

초음파 열에 의한 PETG 커팅 절단면에 관한 실험

최한빛*, 박찬일*, 신재은*, 임동욱**, 강동성**
 *(주)오엘테크

**인하대학교 기계공학과
 e-mail:kds@oltech.kr

Experiment on cutting surface of PETG by ultrasonic heat

han-bit-choi*, Chan-il Park*, Jae-Eun Shin*, Dong-Wook Lim**, Dong-Seong Kang**
 *OLTech Inc.

**Dept. of Mechanical Engineering, Inha Univ.

요약

현재 치과에서 사용하고 있는 PETG 재료의 투명 교정 장치 제조 공정 중 성형 후 발생하는 불필요한 부분을 현재 까지는 수작업으로 이루어지고 있으며, 수작업으로 인한 많은 문제점들이 발생되고 있다. 본 논문은 커팅 작업중 생기는 문제점을 해결하고자 초음파 커팅기술을 접목시켜 초음파 커팅시스템을 통해 실험 하였고 커팅 경로에 구간을 지정하여 각 구간별 절단면에 발생하는 표면과 burr의 높이를 분석하였다.

1. 서론

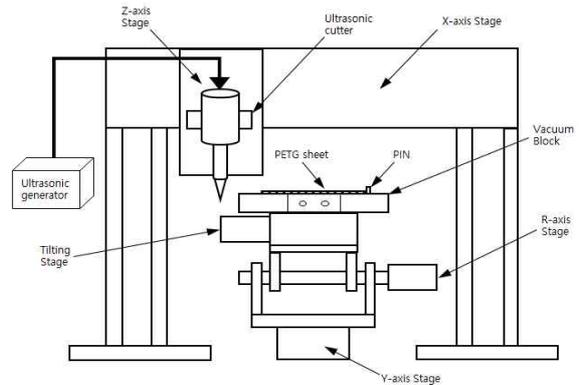
현재 PETG는 얇고 투명성을 가지고 있는 열가소성 필름으로 치과에서 투명 교정 장치 제작에 사용되고 있는 재료이다.[1] PETG의 열가소성 특징을 이용하여 성형 후 치아 틀에 발생하는 불필요한 부분을 대다수의 기공소에서는 가위를 이용하여 수작업으로 진행되고 있다. 수작업으로 진행했을 경우 소재 특성상 공구의 수명이 감소하고 작업자에 따라 형태 및 크기가 다르며 품질에 문제가 되고 있으며 긴 작업시간으로 인해 과부하 상태가 발생하는 문제점이 발생한다. 본 논문은 초음파 발생기에서 발생하는 전기적 에너지를 진동자를 통해 기계에너지로 변환되어 종방향의 진동이 혼을 통과하여 증폭된 주파수가 칼날에 전달되어 미세진동을 이용한 커팅기술을 접목시켜 커팅시스템을 구축하고 커팅 시 발생하는 절단면을 구간별로 분석하고자 한다.[2]

2. 본론

2.1 커팅 시스템

초음파 커팅기의 시스템 구성은 그림 1이며, 구성은 초음파 파워 컨트롤러, 초음파 커팅 유닛, 이송 스테이지, PETG 고정블럭으로 구성되며, 실험에 사용된 시료는 치아 교정용 투명교정 PETG Sheet를 사용하였고, 지름 125mm, 두께 0.55mm이며 보호필름용을 제거한 상태에서 실험을 진행했

다. 초음파 커팅 유닛은 표 1과 같고, x, y, z축을 서보모터 구동 방식의 스테이지로 구성을 하였고, 모션제어는 G-code 입력방식의 mach.3 컨트롤러를 사용하였다.



[그림 1] 초음파 커팅 시스템

[표 1] 초음파 커터 사양

| Items | Type | |
|------------------|------------------------|------|
| Ultrasonic Unit | Frequency (kHz) | 37.5 |
| | Power (W) | 270 |
| Cutter material | SKD | |
| cutter angle (°) | 76 (SONOTEC社, 3136-5H) | |

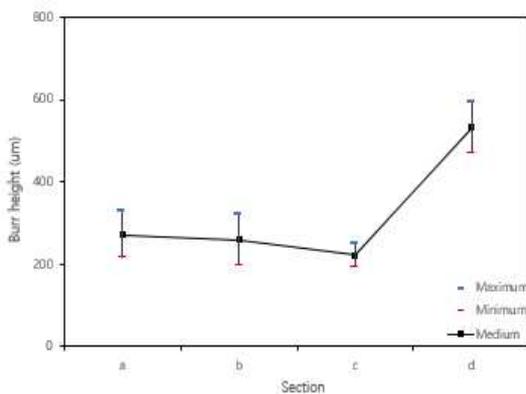
2.2 실험방법 및 조건

구간별 커팅 실험을 진행하기 위해 x축 스테이지의 시료 사이 거리를 30mm로 설정하였고 커팅 작업거리를 20mm로 지정하여 초음파가 안정화된 이후 커팅이 작업될 수 있도록 여유거리를 설정하였다. 기초실험을 통해 확인된 안정적인 이송속도 900 mm/min와 초음파 power 300W의 90%로 실험을 진행하였다. PETG의 절단면을 구간별 특성을 확인하기 위해 5mm씩 a, b, c, d 구간을 40배율 공구현미경(Sometech社, ICS pro)으로 측정을 진행하였다.

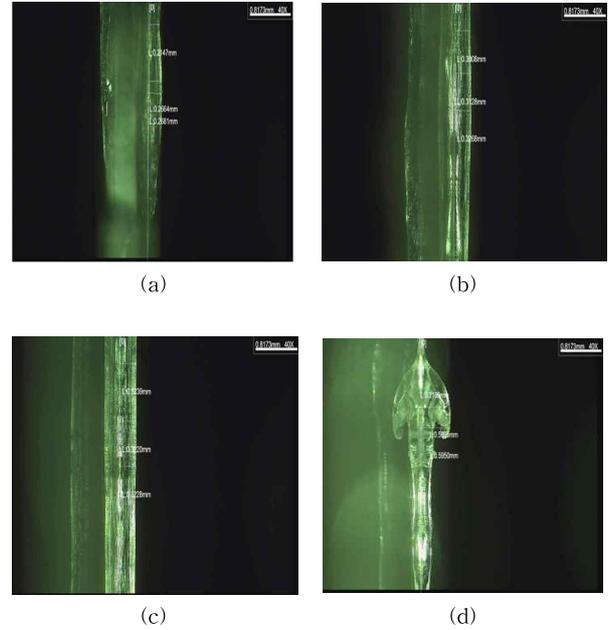
3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 구간별 burr 높이를 측정한 결과이다. a, b, 구간에서 burr의 평균 높이는 270um, c구간은 230um, d구간은 600um이며, 그림 4는 커팅된 절단면을 촬영한 이미지이다. a와 b는 절단면이 매끄러운 표면에 chipping이 발생하였음을 확인하였고, a에서 d 구간으로 갈수록 매끄러운 표면이 없어지면서 뿌연 절단면으로 변화하는 것을 확인하였다. 초음파 커팅 칼날에 열이 발생하기 전에는 초음파의 종진동에 의한 전단이 생겨 표면은 매끄러운 chipping으로 burr의 크기가 불규칙하며, 소재에 적당한 열이 발생한 c구간에서는 burr의 크기가 일정하게 생성되며, d의 이미지는 절단된 소재가 다시 용착된 것을 확인하였다.

마찰열과 초음파 발진열에 의하여 PETG 소재의 burr의 높이와 표면에 영향 주고 있으며, 적당한 열이 소재에 가해질 때 최적화 공정 조건임을 실험을 통해 확인하였다.



[그림 3] Burr height for each section



[그림 4] 초음파 커터를 이용한 PETG 절단면 이미지

4. 결론

본 연구에서는 초음파 커팅 칼날에 발생하는 열로 인한 소재의 burr 높이와 절단면을 분석하기 위한 실험을 진행하였다.

- (1) 초음파 발진기의 종방향의 진동으로 발생하는 열이 PETG 소재에 burr 높이에 영향을 주는 것을 확인하였다.
- (2) 초음파가 적용된 커팅 시간은 짧으면 절단시 chipping이 발생하고 burr의 높이가 불규칙하며, 길어지면 절단면이 절삭열로 인하여 자기용착 되는 것을 확인하였으며, 초음파 커팅기에 발생하는 절삭열을 최소화 시킨다면 절단면에 발생하는 burr의 높이가 일정하게 관리할 수 있다고 판단된다.

후기

본 연구는 중소벤처기업부 “투명 교정시트 형상 자동 커팅 장비개발(S2884114)”사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 배기선. (2016). 투명교정장치의 임상적 한계와 그 해결. 대한치과의사협회지, 54(7), 563-574.
- [2] 서금희. "초음파 진동 부가 절삭을 이용한 난삭재 가공에 관한 연구." 국내석사학위논문 인천대학교 대학원, 2013. 인천