

극초단펄스 레이저에 의한 스테인레스강의 가공특성

최지연*, 김재구, 장정원, 신보성, 황경현 (한국기계연구원)

주제어 : Ti:Sapphire, 극초단펄스, 펄토초 레이저, 스테인레스, 천공

최근 미세 가공분야에 열적인 손상부위를 극소화한 고정밀 미세가공이 가능한 펄토초레이저 가공법이 적극적으로 도입되고 있다. 예를 들어 자동차엔진 내부의 미세 노즐이나 액체 정량 토출기등에 사용되는 분사노즐을 위한 50 μm 급 미만의 천공에 있어서 기존의 기계적 천공법으로 접근하기에는 마이크로 드릴 사이즈의 한계 때문에 어려움이 많았으며 특히 50 μm 미만의 미세 블라이드 홀 가공은 기계적 천공으로는 현재 거의 불가능하다. 반면에 펄토초 레이저 가공법은 고휒력의 빔을 국부적으로 집속시켜서 비접촉적인 방식으로 가공하기 때문에 예시한 응용분야에 요구되는 고정밀, 고품질의 미세가공을 수행할 수 있다. 아울러 기존에 산업적으로 널리 도입된 적외선 영역의 Nd³⁺ doped DPSSL 과 CO₂ 레이저의 경우에 불가피했던 가공부 주변의 수십~수백 μm 의 HAZ (Heat Affected Zone)발생도 최소화할 수 있다는 것을 장점으로 한다.

이에 본 연구에서는 산업적으로 널리 쓰이는 스테인레스강에 미소 홀을 가공하고 그 가공특성을 살펴보고자 하였다. 본 실험에 사용된 레이저시스템은 CPA 방식으로 약 200fs 근방의 펄스폭에서 평균출력 0.45W를 발진하는 800nm 영역의 Ti:Sapphire 레이저이며 0.4에서 0.8에 이르는 NA값을 가지는 다양한 NIR용 대물렌즈를 이용하여 집속하였다. 가공시편을 이동시키기 위한 스테이지는 1 μm 이내의 정밀도 및 0.25 μm 이내의 반복정밀도를 가지며 (Z축 제외), PMAC 컨트롤러에 의해 그 위치가 제어되도록 하였고 NC 기반으로 운동하여 다양한 모양의 패턴과 준 3차원의 형상을 만들 수 있도록 하였다. Fig.1에 본 실험에 사용된 장치도를 도시하였으며 시편의 가공현상은 CCD를 통해 실시간으로 관측될 수 있도록 하였다. Fig.2는 70 μm 의 두께를 가진 금속박에 관통홀을 가공한 사진이다. 가공된 직경은 약 10 μm 이다. 본 연구에서는 이와 같이 금속시편에 천공을 수행하고 기존의 나노초급 레이저 가공형상과 비교하여 펄토초 레이저가공의 특성을 파악하고 최적의 가공조건을 도출하고자 하였다.

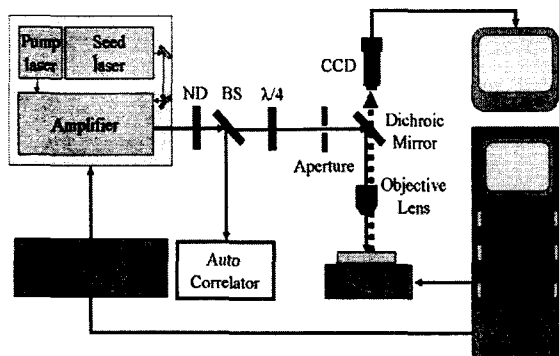


Fig. 1 Experiment setup for laser micromachining using femtosecond laser

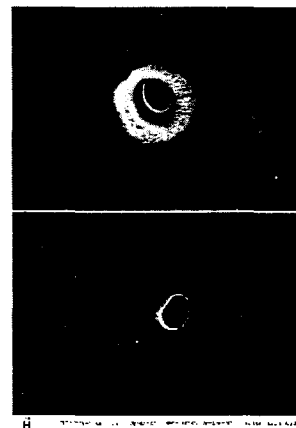


Fig. 2 Drilled stainless steel surface (top : entrance, bottom : exit)