

CW Nd:YAG 레이저에 의한 열간금형 공구강의 표면경화특성

신호준*(조선대 대학원 정밀기계공학과), 유영태(조선대 메카트로닉스공학과), 안동규(조선대 기계공학과), 신병현(조선대 대학원 정밀기계공학과)

The Surface Hardening Characteristics of Hot work Tool Steel by CW Nd:YAG Laser

H. J. Shin(Precision Mech. Eng. Dept. CHSU), Y. T. Yoo(Mechatronics Eng. Dept., CHSU), D. G. Ahn(Mech. Eng. Dept., CHSU), B. H. Shin(Precision Mech. Eng. Dept. CHSU)

ABSTRACT

Laser surface hardening technologies have been used to improve characteristics of wear and to enhance the fatigue resistance for mold parts. The objective of this research work is to investigate the influence of the process parameters, such as power of laser and defocused spot position, on the characteristics of laser surface hardening for the case of SKD61 steel. CW Nd:YAG laser is selected as the heat source. The optical lens with the elliptical profile is designed to obtain a wide surface hardening area with a uniform hardness. From the results of the experiments, it has been shown that the maximum hardness is approximatly 740 Hv when the power, focal position and the travel of laser are 1,095 W, +1mm and 0.3 m/min, respectively. In addition, the hardening width using the elliptical lens was three time larger than that using the defocusing of laser beam.

Key Words : Laser surface hardening (레이저표면경화), Hot work tool steel(열간금형 공구강), Heat treatment optical system(열처리 광학계), Heat input(입열량)

1. 서론

레이저를 이용한 표면경화기술은 산업적으로 매우 효율적, 능률적인 기술이다. 잘 알려진 것처럼 레이저빔의 입열량에 따른 급가열·급냉각 비율을 통해 표면경화층을 형성시킨다. 이는 레이저빔과 재료의 물리적 특성 및 상호작용이 발생하여 표면층을 마모성, 내부식성, 내충격피로강도 등을 강화시키기 때문이다.

본 연구에서는 사용된 열간금형 공구강은 열 충격 및 열 피로에 강하며, 내마모성과 내열성을 이용한 가공용 공구나 각종 다이스 디이블로 제조, 정밀금형 및 열처리 금형에 쓰인다. 그러나 치수 변화량이 크고, 열처리할 때 재료 자체가 뒤틀리는 특성을 지니고 있다. 그러므로 그에 따른 치수 변화 폭도 크기 때문에 황삭가공을 하고, 열처리 한 후 방전작업을 하는 것이 보편적이다. 열처리한 후 치수 차는 0.1mm~0.5mm 정도 차이가 나는 단점을 가지고 있다. 그러나 레이저빔을 이용한 공구강의 표면경화는 부품표면만 국부적으로 경화시키기 때문에 단점을 극복할 수 있다.

레이저에 대한 열간금형 공구강의 표면경화 공정변수가 다양하여 표준화 되어 있지 않다. 그러므로 본 연구에서는 CW Nd:YAG 레이저에 대한 최적의 공정변수를 결정하고자 한다.

2. 실험

실험에 사용된 Nd:YAG 레이저의 파장은 1.06 μm이고, 평균유효출력은 2kW 인 연속파(continuous wave : CW)이고, 레이저 빔발산각은 25mrad, 600 μm 인 광섬유를 통해서 전달된다. 광케이블에 연결되어 가공하는 공작대는 LASMA 1054이다. 보호가스 Ar를 45° 각도, 1.5bar의 가스압력으로 분사시킨다.

열처리를 위해 구성한 광학계는 렌즈의 재질은 UV grade F.S.이고, 초점거리는 195mm이며, W×L (40×40mm)렌즈를 통과한 빔의 모양은 타원형이다. 본 연구에 사용된 실험장치의 개략도 Fig. 1 과 같다.

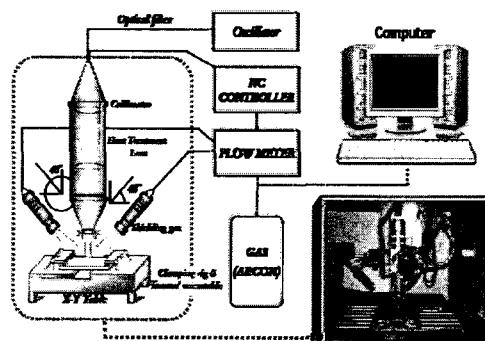


Fig. 1 Schematic of laser surface hardening

본 연구에 사용된 시편은 열간금형 공구강으로 SKD61 를 사용하였다. 시편의 화학 조성은 Table 1 과 같다.

Table 1 Chemical composition of specimens (%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Fe
SKD61	0.41	1.12	0.41	0.02	0.01	5.2	1.23	1.10	0.70	Bal.

실험에 사용한 시편의 크기는 시편 자체에서 자기 담금질(self-quenching)을 시켜야 하기 때문에 어느 정도의 임계질량과 두께를 가지고 있어야 한다. 그러므로 시편의 크기를 $100 \times 50 \times 10\text{mm}$ 로 고정하여 열처리실험 하였다.

3. 결과 및 고찰

레이저빔 출력(P)을 1095W으로 고정하고 초점 위치별 시편표면에 흡수되는 초점면의 변화를 분석하기 위해 각 위치에서 레이저빔을 180ms 동안 조사하였다. Fig. 2 와 같은 시편표면에 초점위치별 레이저빔 조사형상이 나타났다. 초점위치가 +3~-2mm 까지 경화폭을 형성하고, 레이저빔이 시편에 조사되는 폭은 최대 26.18mm이다.

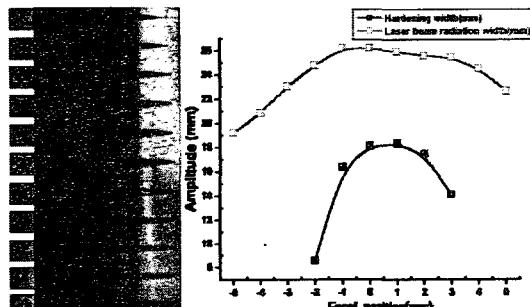


Fig. 2 Variations hardening width & Laser beam radiation width of focal positions

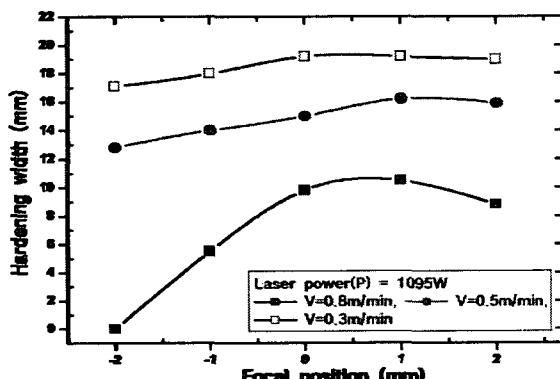


Fig. 3 Hardening width of laser travel speeds

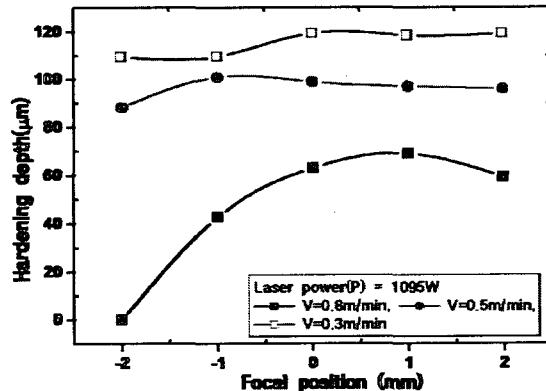


Fig. 3 Hardening depth of laser travel speeds

이 결과를 통해 레이저빔을 초점위치에 따라 빔이송속도를 변화시켜 실험한 결과 Fig. 3, 4 와 같이 경화폭과 경화깊이를 얻었다.

레이저빔 이송속도가 감소할수록 경화폭과 경화깊이는 등간격으로 형성되며, 증가할수록 초점위치가 (-)방향으로 진행될수록 표면경화가 발생하지 않는다. 이와 같은 결과는 Fig. 2 에서 초점면적의 변화, 레이저빔과 시편에 작용하는 입열량과 밀접한 관계가 있다.

4. 결론

- 레이저빔이 시편표면에 조사될 때 초점면의 경화폭의 형성은 초점위치가 -1mm~3mm 일 때 발생하였다.
- 레이저빔 출력이 1095W이고, 빔 이송속도가 0.3m/min, 초점위치(z=-2mm)인 경우 경화폭은 약 23mm이고, 평균경도값은 약 740Hv로 분포되었다.

참고문헌

- Vilar, R., Colaco, R., and Almeida, A., "Laser surface treatment of tool steels," Optical and Quantum Electronics, Vol. 27, pp. 1273 - 1289, 1995.
- Larocca, A., Ramous, E., and Cantello, M., "Laser surface hardening of thin steel slabs," Journal of materials science, Vol. 22, pp. 1737 - 1742, 1987.
- Fedosov, S. A., "Laser beam hardening of carbon and low alloyed steels: discussion of increased quantity of retained austenite," Journal of materials science, Vol. 34, pp. 4259 - 4264, 1999.
- Chen, S-L., Shen, D., "Optimisation and quantitative evaluation of the qualities for Nd-YAG laser transformation hardening," Int. J. Adv. Manufacturing Technology, Vol. 15, pp. 70 - 78, 1999.