

SM45C 환봉의 레이저 표면경화특성

Characteristics of Laser Surface hardening of SM45C Cylindrical bar

*이가람¹, 양윤석¹, 황찬연¹, 박은경¹, #유영태²

*K. R. Lee¹, Y. S. Yang¹, C. Y. Hwang¹, E. K. Park¹, #Y. T. Yoo(ytyou@chosun.ac.kr)²

¹조선대학교 첨단부품소재공학과(정밀기계설계), ²조선대학교 메카트로닉스공학과

Key words : Laser Surface Hardening, Cylindrical bar, Mold Material

1. 서론

현대 금형산업은 자동차, 가전, 반도체등 연관 산업의 고품질과 고기능화를 지원하는 기술집약형 산업으로 발전하고 있다. 대량생산을 목적으로 사용되는 금형재료는 가공성이 우수할 뿐만 아니라 내마모성도 요구된다.

레이저빔을 이용한 표면경화는 고밀도 에너지 열원으로 재료표면을 급속히 가열하고 내부로 열이 전도되면서 매우 빠른 속도로 냉각되는 자기 냉각 효과를 이용하는 표면열처리 방법이다. 레이저빔의 에너지 밀도가 충분히 높으면 열이 빠른속도로 표면에 축적되기 때문에 표면층의 온도가 순식간에 상승하고, 매우 짧은 시간에 표면의 얇은 층은 오스테나이트화 온도에 도달하는 반면, 부품의 중심부는 온도가 상승하지 않고 자연 냉각된 상태에 있게 된다. 이와 같은 특징 때문에 일반 열처리로 하기 어려운 복잡한 형상이나 부품이 작아 특수한 상황에 있는 부품의 고정밀 열처리를 가능하게 하고, 소재 부품의 변형을 줄일뿐만 아니라 생산효율을 높일 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 환봉 SM45C를 열처리 광학계를 이용하여 연속파형 Nd:YAG 레이저로 환봉의 직경 변화에 따른 표면경화특성을 비교 분석하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에 이용한 Nd:YAG 레이저의 최대출력은 2.8kW이고, 평균 유효출력은 2kW인 연속파(Continuous Wave : CW)이며, 레이저빔은 직경이 600 μm인 광섬유를 통해서 전달한다. 빔발산각은 25mrad이고, 광케이블에 연결되어 가공하는 공작대는 LASMA 1054이다. LASMA 1054 작업대는 지면으로부터 진동을 방지하기 위해 화강암 정반

으로 되어있다.

본 실험에서 사용한 레이저 열처리 광학계의 초점거리는 232mm이다. 열처리 광학계 재질은 UV grade F.S.이고 반사방지코팅(Anti-reflection coating)처리 되지 않은 렌즈이다. 렌즈의 F-no는 5.8이고, 시편을 표면경화 시킬 때 표면과 대기 중의 오염물질사이의 상호작용을 방지하기 위해 Ar가스를 분사시켰다. 분사노즐은 30°로 하고, 가스압력을 1bar로 분사시켰다. 실험장치의 개략도는 Fig. 1에 나타내었다.

본 연구에 사용된 시편의 화학조성은 Table. 1과 같다. 실험에 사용된 환봉의 크기는 φ25, φ30, φ35이고 길이는 300mm이다. 공정변수는 레이저 발전기에서 출력을 1800W로 고정하고, 초점거리가 232mm로 실린더를 전반으로 나눈 형태의 렌즈를 사용하였다.

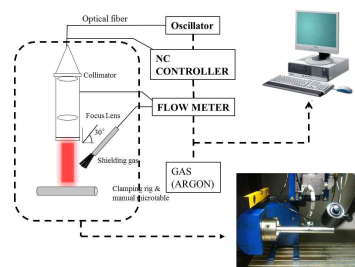


Fig. 1 Experimental Set-up

Table. 1 Chemical composition of specimen (%)

Carbon steel	C	Si	Mn	P	S	Ni
SM45C	0.43	0.3	0.75	0.18	0.07	0.14
Carbon steel	Co	Cr	Mo	Al	V	Ti
SM45C	0.14	0.1	0.01	0.019	0.001	0.004

표면경화처리 공정조건은 레이저빔의 출력 1630W, 이송속도는 0.5m/min으로 고정하고, 환봉을 360° 1회전 시키면서 실험하였다.^(1,2)

3. 결과 및 고찰

환봉의 직경을 변화시켰을 때 직경이 커질수록 경화 폭은 감소하고, 깊이는 증가하는 경향이 나타났다. Fig. 2(a)는 환봉 길이방향으로 변화하는 표면경화 폭을 나타내고 있고, Fig. 2(b)는 경화깊이를 나타내고 있다. 레이저빔으로 환봉표면을 열처리할 때 직경이 작으면 순간적으로 오스테나이트화 온도에 도달한 표면의 열이 급냉할 때 환봉이 회전하면서 열이 내부로 전달되어 온도 구배가 크지 않아 경화된 깊이가 직경이 큰 경우에 비해 상대적으로 작게 형성되었다. 이와 반대로 환봉의 직경이 큰 경우에는 표면이 오스테나이트화 온도에 충분히 도달한 변태온도가 환봉에서 레이저빔의 포피 효과로 표면과 환봉의 내부사이의 온도구배가 커서 경화깊이가 깊게 형성된 것으로 생각된다.

환봉 직경의 크기에 따라 레이저빔으로 표면경

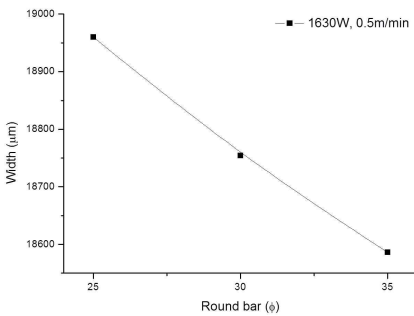


Fig. 2(a) Hardness width according to Cylindrical bars

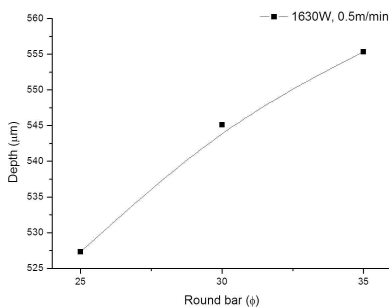


Fig. 2(b) Hardness depth according to Cylindrical bars

화한 경도분포를 Fig. 3에 나타내었다. 경도값은 시편 표면으로부터 아랫방향 100 μm 지점에서 경도값을 측정하였다. 경도값의 크기는 환봉의 직경이 작을 경우 Fig. 2에서 설명한 것처럼 시편의 내부온도가 상승으로 온도구배가 작아져 냉각속도가 상대적으로 느려지기 때문에 조직이 조대해져서 경도값이 약간 감소하였다. 그러나 경도값의 감소폭은 1~2%내외로 아주 작았다. 전체적으로 기지조직의 경도값이 약 250Hv인 점을 고려하면 경도값은 모두 3배정도 상승하였다. Fig. 3에 나타낸 횡방향의 경도값이 균일하게 측정 되지 않은 이유는 경화된 조직의 내부와 경계부가 측정되면서 약간의 차이가 발생하기 때문에 횡축 중앙 0을 기준으로 하여 좌우 5개를 평균값으로 계산하여 비교하였다.

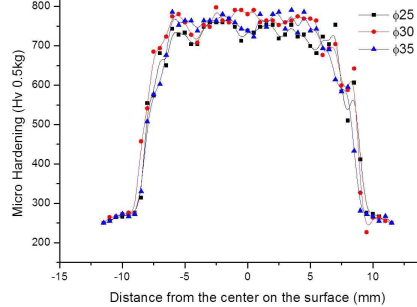


Fig. 3 Hardness profile of laser hardened zone for characteristics laser according to Cylindrical bars

4. 결론

열처리광학계를 이용하여 레이저빔의 출력과 이송속도가 일정할 때 환봉 직경의 크기가 커질수록 경화폭은 감소하였고, 깊이는 증가하였다.

참고문헌

1. Yoo, Y. T., Shin, H. J., and Ahn, D. G., "Characteristics of Laser Surface Hardening for SM45C Medium Carbon Steel using Continuous Wave Nd:YAG Laser," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, **22**, 51-58, 2005.
2. Kim, J. D., and Kang, W. J., "Study on Characteristics of Laser Surface Transformation Hardening for Rod-shaped carbon steel," Journal of the Korean Welding and Joining Society, **25**, 300-306, 2007.