

고강도 회주철의 레이저 표면경화 열처리 특성 연구

(A Study on the Characteristics of Laser Surface Hardening of High-strength Gray Cast Iron)

황 종 현*, 김 대 영, 장 원 택
현대중공업(주) 산업기술연구소

1. 서 론

박용 디젤엔진에 있어서 빈번하게 발생하는 문제가 실린더 라이너와 피스톤 링의 상대 마모에 따른 손상이다. 따라서 이러한 부품들에 우수한 마모 저항특성을 부여하기 위한 연구들-표면개질처리-이 활발하게 진행되고 있다. 다양한 표면개질 기술중, 레이저 열처리 공정은 변형의 최소화는 물론, 생산성 향상의 측면에서 주목을 받는 기술이다. 재료의 마모 저항성은 표면 경화층의 특성-경도, 경화 깊이, 표면조도-에 좌우되며, 표면 경화층의 특성은 레이저 열처리 공정 변수에 영향을 받으므로, 본고에서는 피스톤 링의 재질에 대한 최적 열처리 조건 설정을 위하여 레이저 출력과 이동속도에 따른 경화특성을 평가하였다.

2. 실험 방법

표면경화 시편은 인장강도 300MPa 급의 플레이크 흑연상의 회주철에 CO₂ 레이저 빔을 세그먼트 미러로 열처리에 적합한 빔 형태인 사각모드(3×3mm)로 집속하여 레이저 출력 1-4.5kW과 이송속도 1-13m/min.를 변수로 하여 시편에 직각으로 조사하여 제작하였으며, 이때 시편은 빔의 흡수율을 증가시키기 위하여 콜로이드 흑연으로 도포하였다. 최적의 열처리 조건 설정을 위하여 형성된 경화층에 대하여 경화깊이, 경화폭, 표면조도 및 경도를 측정하여 평가하였으며, 광학현미경 및 주사전자현미경을 이용하여 미세조직을 분석하였다.

3. 연구결과 및 고찰

본 실험범위내에서 얻어진 레이저 경화층의 표면조도는 1.6-12.6Ra 이었다. 요구되는 피스톤 링의 표면조도는 최대 6.3Ra이므로, 이러한 조건을 만족하는 열처리 공정변수 영역은 레이저 출력 2.0-3.0kW, 이송속도 4-5m/min.이였으며, 대체로 입열량이 증가함에 따라 표면에서의 용융정도가 증가하므로 표면조도는 증가하였다. 상기의 열처리 공정변수 영역에서 얻어진 경화층의 폭과 깊이는 각각 2.5-3.4 mm와 0.20-0.34mm 였으며, 역시 입열량이 증가함에 따라 비례적으로 증가하는 경향을 보였다. Fig.1은 레이저 열처리에 의한 경화층의 형상과 경도분포의 한 예로, 여기서 본 열처리 시스템을 사용하면 경화폭에 걸쳐서 비교적 균일한 경화깊이를 가지는 경화층을 얻는 것이 가능하며, 또한 이 경화층은 모재의 경도값 300Hv에 비하여 약 3배정도 향상된 경도를 지님을 알았다.

4. 결 론

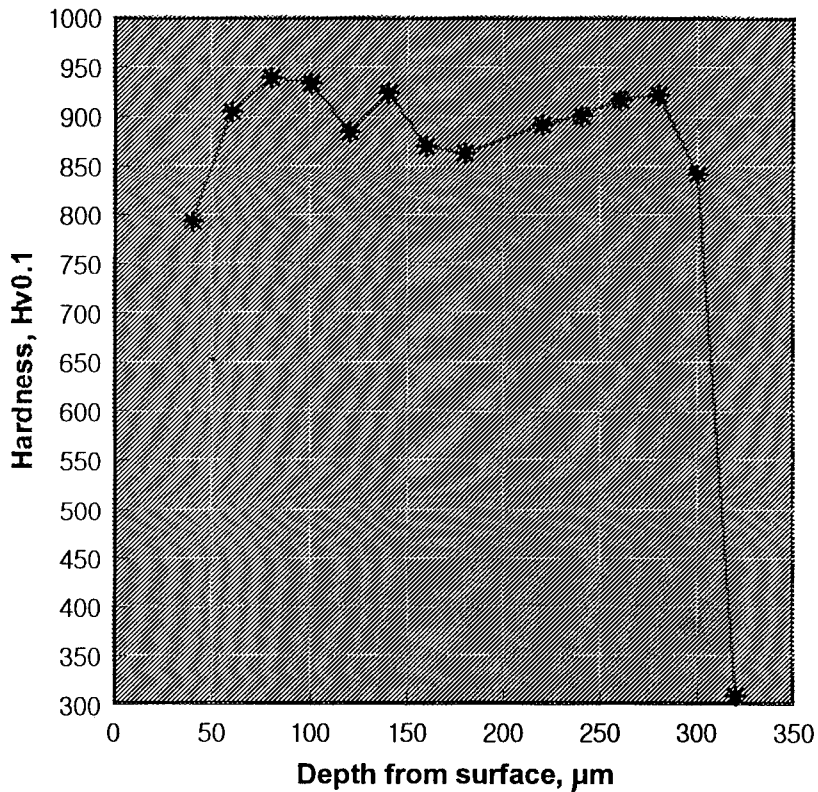
플레이크 흑연상의 회주철에 대하여 레이저 출력과 이송속도를 공정변수로 한 레이저

표면경화 열처리로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 입열량이 증가함에 따라 경화폭과 경화깊이는 물론 표면용융의 발생정도에 비례하여 표면조도가 증가하였다.
2. 레이저 출력 2.3kW, 이송속도 4.5m/min.의 열처리 공정 영역에서 대체로 피스톤 링의 기계가공 정밀도(최대 6.3Ra)를 만족하는 경화층을 얻을 수 있었으며, 이 영역에서의 경화폭과 깊이는 각각 2.5-3.4 mm와 0.20-0.34mm 이었다.
3. 또한 이 영역에서 얻어진 경화층은 모재에 비하여 약3배 높은 경도값을 나타냈다.



(a) Bead appearance



(b) Hardness profile

Fig. 1 (a) Cross-sectional bead appearance of hardened layer and (b) its hardness profile which formed by the condition of laser power 2.5kW and travel speed 4m/min.