

금형소재 레이저 열처리 기술개발

Development of Laser Heattreatment of Stamping Tools Materials.

울산대학교 지역협력연구센터 기계부품 및 소재평가연구센터/
첨단소재공학부 전재선, 이재식, 유용주
현대자동차(주) 금형기술개발팀 김덕환, 서만석, 황지선

I. 서론

금형은 자동차, 선박, 항공우주, 전기 산업등 모든 산업에 필수적이며 또 제품의 품질은 물론이며 제조원가에 막대한 영향을 미친다. 그리고 기계산업의 정밀화와 고도화에 따라 가공속도가 고속화되고, 제품의 치수정밀도가 높아짐에 따라 새로운 금형의 특성이 요구되고 있다. 이러한 금형의 우수한 기계적 향상을 위하여 주로 가공 및 신소재 개발등에 의존하여 왔으나, 새로운 특성을 만족시킬 수 없고, 많은 비용이 소모되는 등 비경제적인 단점이 있다. 이러한 문제점의 해결과 금형의 수명향상을 위하여 기계가공 후 요구되어지는 표면의 깊이만큼을 경화처리하여 얻고자하는 기계적 성질을 향상시키는 표면경화열처리를 행하고 있다. 종래 자동차 부품이나 기계부품등의 열처리에서는 침탄, 질화, 고주파담금질등이 적용되어 왔으나, 이러한 처리 방법은 모두 처리물 전체를 가열하기 때문에 변형의 문제와 처리후의 후가공의 경비문제, 그리고 극히 일부분만 경화가 필요한 부품에는 적용하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 표면경화법으로서 레이저 표면경화처리법은 레이저 빔을 피처리물의 표면에 적당한 이동속도로 조사하면 레이저조사부위만 급속하게 가열되고 레이저빔이 통과한 후에는 표면의 열이 내부로 열전도되어 급속히 자기냉각(Self-quenching)됨으로서 표면에 새로운 기계적 성질을 갖게 하는 열처리법이다.

따라서 본 연구에서는 CW 타입의 Nd-YAG Laser를 이용하여 금형소재로서 사용되는 주강인 HK600과 편상흑연주철인 FC300 그리고 구상흑연주철인 FCD550을 레이저 표면경화처리하여 그 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 실험방법

본 실험에 사용된 재료는 주강인 HK600과 편상흑연주철인 FC300 그리고 구상흑연주철인 FCD550을 $100 \times 50 \times 30\text{mm}$ 로 제작하였다. 그리고 레이저경화처리에 사용된 장치는 Nd-YAG 레이저(Trumpf HAAS, Germany)로써 CW type, 발진파장 $1.06\mu\text{m}$ 인 Multi Mode 빔방식이며 Fig. 1에 그 개략도를 나타내었다.

본 레이저 표면경화처리는 Laser Power(KW)는 1.5, 1.8, 2.0, 2.4 KW로 조사속도(Scanning Speed)는 1.5, 2.4, 3.3 m/min으로 변화시켜 표면경화부의 특성을 조사하였다.

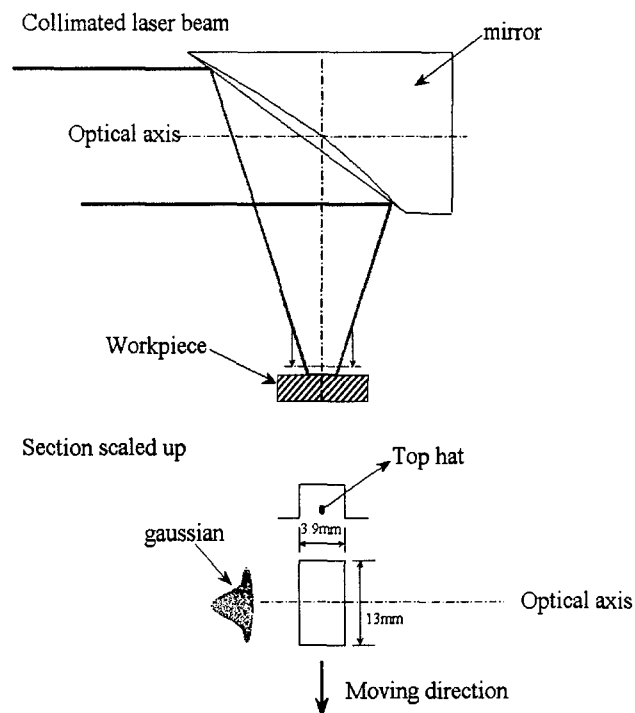


Fig. 1 The schematic view of laser irradiating method

III. 결과 및 고찰

1. 레이저 조사속도 변화에 따른 영향

레이저 표면경화 처리시 조사속도는 피처리물 표면의 처리 면적당 빔의 입열량을 결정하는 중요한 공정변수중의 하나로서 피처리물의 크기와 형태에 따라 적절히 변화시켜 얻고자하는 적절한 경화층의 깊이를 얻을 수 있다. 동일한 표면경화 처리조건에서 조사속도가 너무 빠르면 오스테나이트변태 온도구간까지 표면온도가 도달하지 못해 경화처리가 어렵고, 너무 느리면 피처리물의 표면의 온도가 용융점에 도달아 용융됨으로서 피처리물의 표면이 손상된다.

레이저 빔을 이용하여 출력 1.5KW에서 각각 1.5, 2.4, 3.3 m/min의 조사속도로 표면 경화처리를 실시한 후 강과 주철의 경화층에 대한 경도변화를 Fig. 2, 3, 4에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 피처리물의 최표면에서 경화층와 기지층의 경계까지는 경도의 변화가 거의 일정함을 알 수 있으며, 일정한 Laser Power에서 빔조사 속도의 감소에 따라 경화층의 깊이가 증가함을 알 수 있다. 이러한 경향은 빔 조사속도가 느릴수록 피처리물의 표면과 빔의 상호작용시간이 길어져 내부로의 열확산이 증가되어 열영향부의 폭과 깊이가 더욱 커지게 때문이며 이러한 현상은 주강, 주철에 관계없이 발생하고 있다.

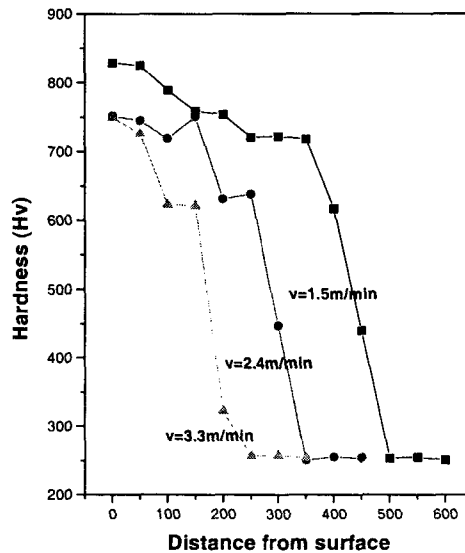


Fig. 2 Hardness profiles of HK600 with various scanning speed at 1.5KW

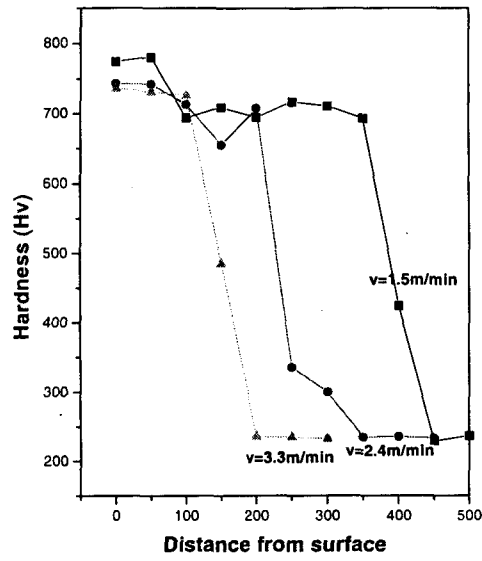


Fig. 3 Hardness profiles of FC300 with various scanning speed at 1.5KW

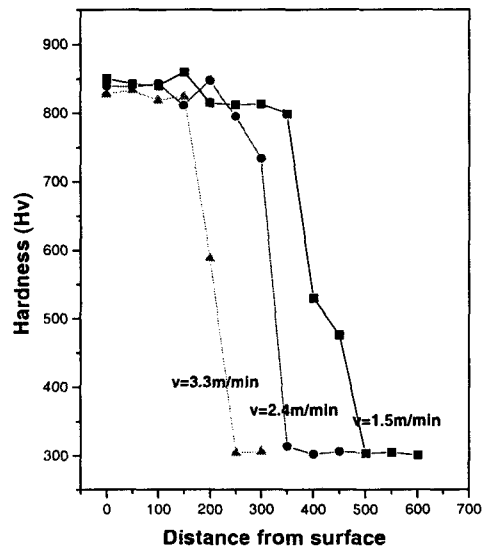


Fig. 4 Hardness profiles of FCD550 with various scanning speed at 1.5KW

2. 레이저 출력의 변화에 따른 영향

2.4m/min의 일정한 조사속도에서 레이저 출력을 1.5, 1.8, 2.0, 2.4 KW로 변화시켜 레이저 경화처리한 주강과 편상 및 구상흑연주철의 경화깊이에 따른 경도변화를 각각 Fig. 5, 6, 7에 각각 나타내었다. 일정한 레이저 조사속도에서 레이저 빔의 출력이 증가함에 따라 경화층의 깊이가 조금씩 증가함을 알 수 있으며, 이러한 것은 피처리물의 표면에 흡수되는 레이저 빔에너지의 강도의 증가로 인한 피처리물 표면의 단위면적당 입열량이 증가함으로써 마르텐사이트로의 변태영역이 더욱 확대되기 때문으로 판단된다. 또한 주철과 강에서 약간의 차이는 있으나 경화층에서 기지층으로 갈수록 경도가 급격하게 떨어지고 있으며, 이것은는 것은 시료의 최외각 표면에서 중심으로 갈수록 냉각속도가 현저하게 저하됨에 따라 자기냉각(Self-quenching)효과가 완전히 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

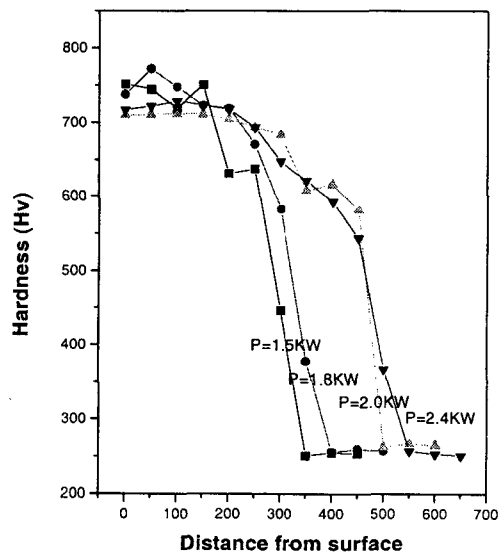


Fig. 5 Hardness profiles of HK600 with various power at 2.4m/min

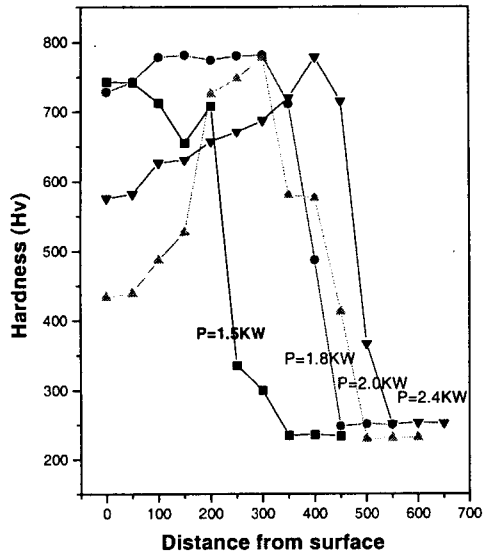


Fig. 6 Hardness profiles of FC300 with various power at 2.4m/min

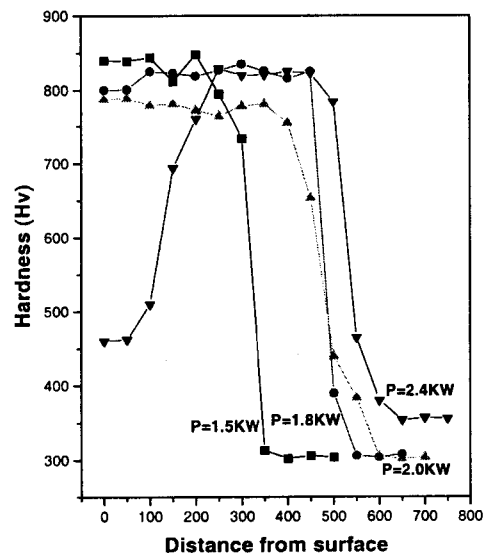


Fig. 7 Hardness profiles of FCD550 with various power at 2.4m/min

3. 조사속도와 출력에 따른 경화깊이

Fig. 8은 레이저 표면경화 처리한 시료를 조사 표면에서 조사방향으로의 경화깊이를 레이저 출력의 함수로 나타낸 그래프이다. 그림에서 보는 바와 같이 경화깊이는 레이저 출력의 증가에 따라 직선적으로 증가함을 알수 있으며, 조사속도가 낮을수록 경화깊이는 깊음을 알수 있다.

Fig. 9는 레이저표면경화 처리한 시료의 경화깊이를 여러 가지 레이저 출력하에서 레이저 조사속도의 함수로써 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와같이 조사속도가 증가함에 따라 경화깊이는 포물선적으로 감소하고 있음을 볼 수 있다. 그러나 출력이 가장 낮은 1.5KW의 경우는 조사속도에 따라 직선적으로 경화 깊이가 감소하고 있다. 이러한 두 경향을 비교해 볼 때 레이저 출력을 조절하는 것이 레이저 조사속도를 조절하는것보다 경화깊이를 조정하는데 더욱 용이함을 알수 있다.

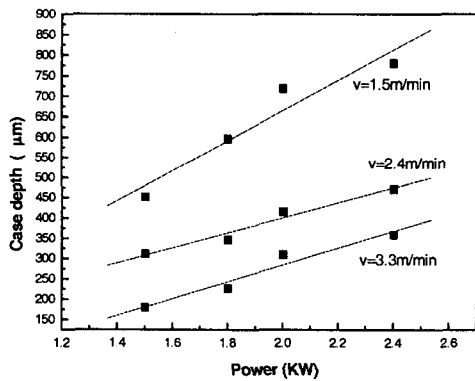


Fig. 8 Case depth as a function of incident power for different scanning speed

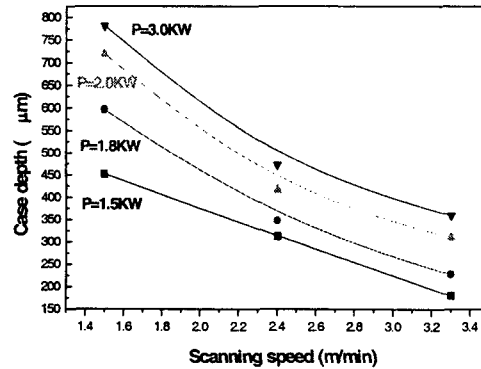


Fig. 9 Case depth as a function of scanning speed for incident power

IV. 결론

1. 레이저 표면경화처리된 HK600, FC300, FCD550의 경도는 각각 750Hv, 780Hv, 840Hv로 처리하지 않은경우보다 약 500 ~ 600 Hv 정도 증가하였다.
2. 출력에 따른 경화깊이는 직선적으로 증가하나, 조사속도에 따른 경화깊이는 완만한 곡선적으로 감소하였다.

후 기

본 연구는 현대자동차의 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.