

베어링강의 전자빔 경화 (EB hardening of bearing steel)

김숙환*, 김기철*, 박수진**

*산업과학기술연구소 집합가공연구팀, 경북 포항시

**포항종합제철(주) 설비기술부, 경북 포항시

1. 서론

기계부품의 표면을 경화시켜 사용할 경우 기능적으로는 그 표면전체를 경화시킬 필요가 없는 경우가 많기 때문에 변태소입을 이용한 표면경화를 행할 경우 필요한 부분만을 국부적으로 경화시키는 것은 소입에 요하는 에너지를 절감하는 효과뿐만 아니라 부품 전체로서는 소입변형을 감소시켜 처리후 가공이 필요없거나 경감시키는 효과가 있다. 국부적인 변태소입을 실시하는 데는 재료의 열전도 특성에 의하여 경화가 필요한 부분 이외에는 변태점 이상으로 온도가 상승하지 않도록 주의해야 하고, 순간적으로 고에너지 밀도를 투입하여 가열함으로써 급속히 냉각할 필요가 있다.

종래의 국부적인 소입법으로는 화염소입, 고주파 소입등이 있지만 어느것도 극히 작은 부위 혹은 정밀한 소입형상의 제어라는 관점에서 문제를 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 고품질의 표면경화층을 확보할 수 있는 전자빔 process에 의하여 베어링강의 표면경화 특성을 전자빔 제어 변수를 기본으로 검토하고자 하였다.

2. 실험 방법

시험재로 사용한 소재는 직경 78mm, 길이 100mm크기의 베어링강인 SUJ2로 화학성분은 Table 1과 같으며 선반으로 가공후 표면연마기로 연마하여 표면조도 0.2 μ 를 기준으로 표면경화용 시편으로 사용하였다.

Material	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu
SUJ2	1.00	0.27	0.38	0.02	0.007	1.39	0.05	0.09	0.01	0.11

전자빔 주사조건은 진공도 1×10^{-4} torr 이하의 진공 chamber내에서 가속전압 120 - 150kV, 빔 전류 6 - 16mA, 주사속도 400 - 800mm/min, work distance(이하 Wd로 표기) 268mm로 변화시켜 경화층의 조직관찰 및 상변화를 SEM등을 이용하여 관찰하였으며 표면조도와 경화특성의 상관성을 검토하고자 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 가속전압 150kV에서 입열량에 따른 표면조도 특성변화를 나타낸 것으로 입열량이 0.9 - 1.5kJ/cm의 범위에서는 표면조도가 0.2 μ 수준으로 선반가공후 연삭한 표면조도와 대등한 수준으로 표면조도 손상없이 표면경화할 수 있는 적정 범위가 존재함을 알 수 있었다.

Fig.2는 가속전압 150kV, 빔전류 10mA, Wd 268mm의 전자빔 주사조건에서 입열량을 1.2 - 1.4kJ/cm으로 경화시킨 경화층의 경도분포를 나타낸 것으로 Hv 700이상의 경화층을 최대 약 0.7mm까지 얻을 수 있었다. 경화층의 깊이를 깊게하기 위해서는 열변형을 최소화 하면서 서열하

는 것이 바람직하며, 본 연구에서 사용한 SUJ2 소재는 기본적으로 탄화물의 분해에 의한 마르텐사이트 변태를 이용하기 때문에 경화층의 조직이 탄화물 주변에 탄소의 확산에 따라 박막 형태로 형성되는 특성을 나타내어 일반적인 경화형태와는 다른 양상을 나타내었다.

Photo.1은 가속전압 120kV, 빔전류 16mA, Wd 268mm의 일정한 조건하에서 전자빔 주사속도 변화에 따른 표면특성을 SEM을 이용하여 관찰한 것으로 전자빔 주사속도가 600mm/min에서 850mm/min으로 증가함에 따라서 incipient melting으로부터 시작하여 마르텐사이트 변태가 점차 감소해 감에 따라 표면기복이 점차 감소해 가는 표면특성을 알 수 있으며 주사속도가 아주 빠른 850mm/min의 경우 연삭 흔적이 그대로 나타나고 있어 표면조도에 별 영향을 미치지 않은 것을 알 수 있었다.

Photo.2는 가속전압 150kV, 빔 전류 10mA, 주사속도 450mm/min로 표면 경화시킨 경화층의 SEM사진으로 경화층의 경계(A)로 부터 표면층(C)으로 갈 수록 탄화물의 분해에 의한 마르텐사이트 변태가 많이 일어나고 있음을 확인할 수 있었으며 이는 전자빔에 의한 가열이 표면층으로 갈 수록 고온으로 가열되기 때문으로 사료되며 R-type thermocouple을 이용하여 표면온도를 측정 한 결과 최고 가열온도가 1020℃ 전후로 확인되었다.

4. 참고문헌

1. Heat treatment of metals 1988. 4, p.80
2. ibid, 1989.2, p.43

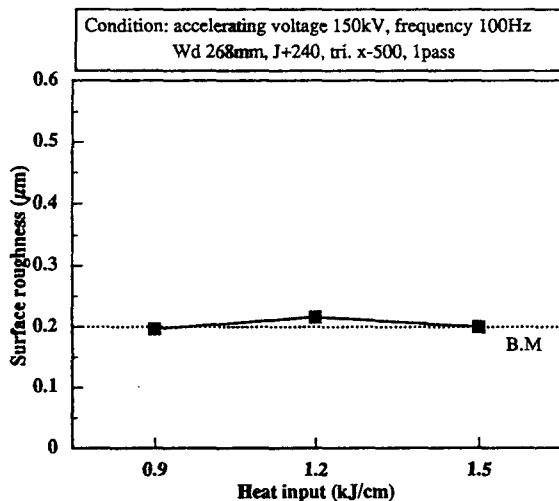


Fig. 1 Effect of heat input on surface roughness

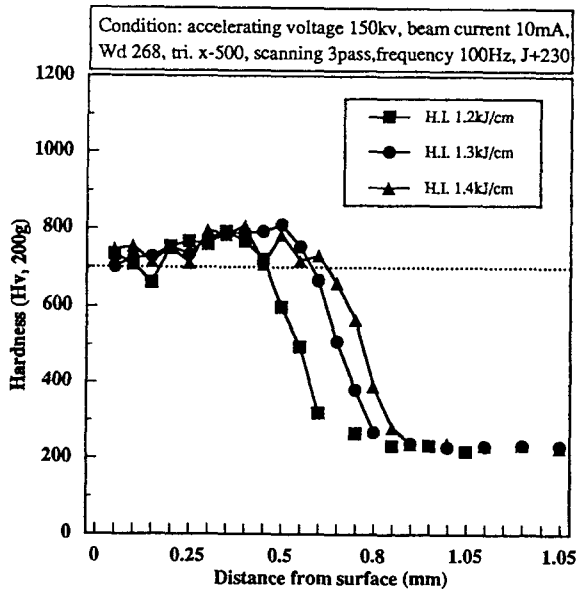


Fig. 2 Hardness distribution of EB hardening layer

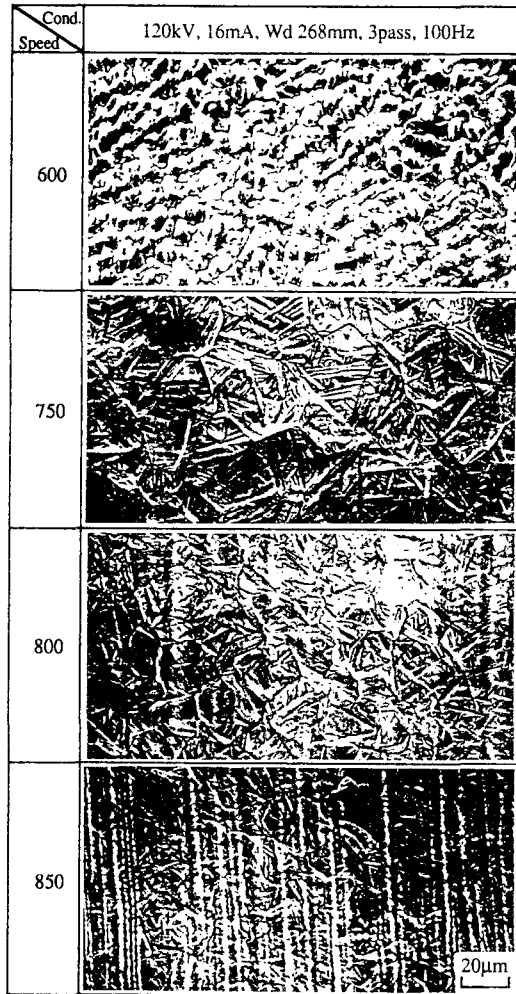


Photo.1 Microscopic surface deformations in the EBH track

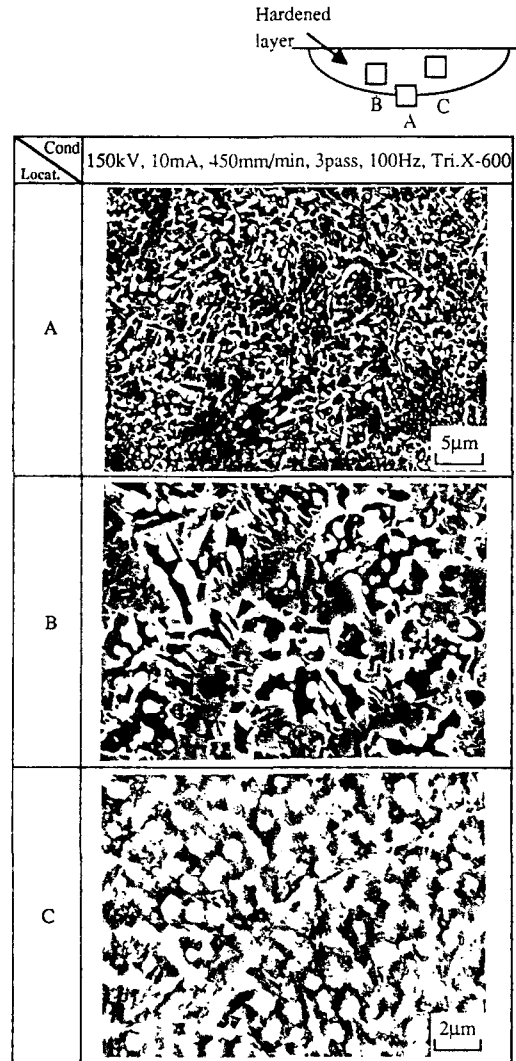


Photo.2 SEM micrograph of a rapidly cooled surface layer formed by EB scanning