

레이자에 의한 치차열처리에서 합리적빛조임방식

김도일, 한용환

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 중요과학기술부문에 힘을 집중하면서 레이자를 비롯한 새로운 과학기술분야를 발전시키며 새로 건설하는 공장들과 기술개건대상들에 최신과학기술을 적극 받아들이도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 488페이지)

우리는 레이자로 치차를 열처리하기 위한 연구를 하였다.

치차는 2개 또는 그이상의 치차이발이 서로 맞물려 돌아가면서 동력을 전달하는 부품품이다. 만약 마모로 하여 치차이발의 맞물림이 정확하지 못하면 동력손실이 큰것은 물론 소음과 진동이 커진다. 또한 치차운동의 동력학적특성으로부터 이발이 깨어지기가 쉬우므로 치차본체는 질김성이 강하고 이발결면만이 높은 경도와 내마모성을 가져야 한다.

치차가 이러한 요구를 만족시키도록 하는 열처리방식에는 레이자열처리나 고주파열처리 등이 있다. 그중에서도 레이자열처리는 고주파열처리나 침탄, 질화처리에 비하여 금속조직이 고르롭고 피로세기가 높은것과 같은 일련의 우월성으로 하여 치차열처리에 많이 이용된다.[1-5]

실험기구와 방법

레이자로는 정상출력이 1.5kW인 TEM0.18다방식CW CO₂ 레이자발전기 《CLG-612》를 리용하였는데 실험에서는 1 000W로 출력을 고정하였다. 실험에 리용한 치차는 모듈이 5, 이발수가 30, 이발높이가 11.3mm, 이발의 진입깊이가 10mm, 두께가 12mm인 변속기용인볼류트맞물림공은이발치차로서 재질은 38CrSi이다. 그것의 화학적조성은 표와 같다.

표. 38CrSi합금강에서 성분함량(질량%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
0.38	1.30	1.35	0.003 5	0.035	1.5	0.25

38CrSi합금강은 개선용합금강으로서 개선열처리에 의하여 굳기와 질김성을 높일수 있다.

실험에서는 38CrSi합금을 920°C에서 30min동안 가열한 후 기름랭각하고 다시 630°C에서 90min동안 소려하는 방법으로 열처리하였다. 열처리후 합금의 굳기는 27HRC, 금속조직은 쏘르비트였다. 이발면은 린화처리하여 10.6 μm의 레이자복사에 대한 흡수률을 높이도록 하였다.

먼저 경사빛조이기방법으로 이발면경도분포를 조절하기 위한 연구를 하였다.

실험에서는 앞이발에 의한 레이자빛의 차단과 손상을 막고 전체 면에 빛을 쏘이면서도 필요한 경도분포를 얻기 위하여 경사빛조임방식을 리용하였다.(그림 1)

이때 집초점의 크기는 4.5mm, 조임속도는 3.5m/min으로 고정하였다.

경사빛조이는 두가지 방법으로 진행하였다.

첫번째 방법(M1)에서는 먼저 $\alpha=68^\circ$ 로 놓고 I구역을 형성한 다음 $\alpha=35^\circ$ 로 놓고 II구역을 형성하였다. 이때 겹침구역 S가 생긴다.

두번째 방법(M2)에서는 초점을 3.5mm로 좁힌 상태에서 경사각을 86° 로 하고 가운데부분만을 1회 조였다.

M1은 치차이발의 끝면과 밑면의 경도를 높이기 위한것이며 M2는 중간부분만의 경도를 높이기 위한것이다.

그림 1에서 보는바와 같이 I구역을 경사빛으로 조일 때 이발면이 굴곡진것으로 하여 이발의 끝면은 중심보다 초점에 더 가까운 위치에 놓이므로 이 위치에서의 에네르기밀도가 높아지게 되며 II구역을 조일 때에는 마찬가지로 하여 중심에서보다 밑면에서의 에네르기밀도가 높아지게 된다.

경사빛조임방식을 리용하여 열처리한 38CrSi합금강치차이발밑면으로부터 2mm 떨어진 위치(II구역)에서 찍은 금속조직사진은 그림 2와 같다.

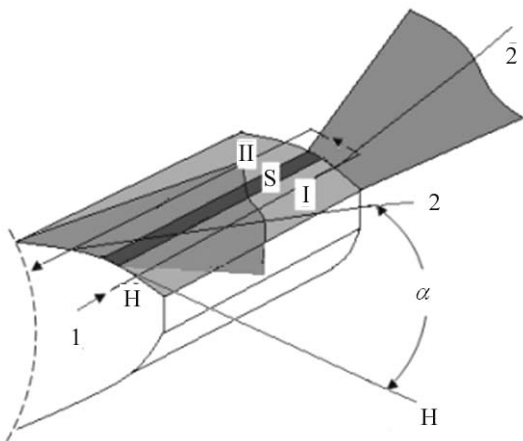


그림 1. 경사빛조임방식

I—첫번째 조임구역, II—두번째 조임구역,
S—겹침구역, 1—치차이발, 2—입사레이자
빛빔의 중심, H—이발면당이선

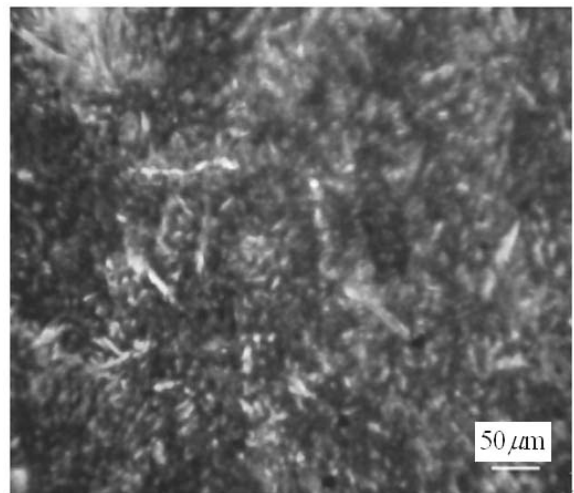


그림 2. 금속조직사진

그림 2에서 보는바와 같이 경사빛조임방식을 리용하여 열처리한 후 금속조직은 명백히 침상으로 미세화된 반마르텐시트로 된다.

또한 결면으로부터의 깊이에 따르는 경도변화곡선은 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 M2로 열처리한 구역의 경도가 제일 높았고 다음으로 M1-II구역, M1-I구역의 순서로 작아진다. 즉 M1로 열처리한 경우 치차이발의 끝면과 밑면의 경도가 가운데부분보다 훨씬 높았다.

두가지 방법의 열처리제품을 650°C 에서 2.5h동안 유지한 다음 기름랭각하는 방법으로 고온뜨우기를 하고 실시운행실험을 하였다. M1과 M2로 열처리한 치차를 각각 열처리하지 않은 치차와 쌍을 뒀고 립도가 $3\sim 5\mu\text{m}$ 인 알란담 50g을 넣어 잘 교반한 다음 5L의 윤활유속에 잠그고 3 400r/min의 속도로 회전시키면서 시간에 따르는 마모두께를 측정하면 그림 4와 같다.

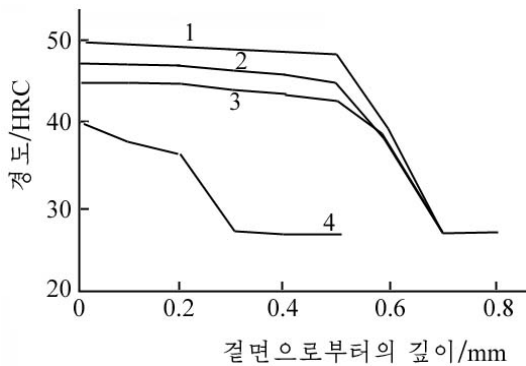


그림 3. 경도시험결과

1-M2로 열처리한것, 2-M1-II구역, 3-M1-I구역, 4-M1-S구역, 경도시험위치: M1의 I과 II구역에서는 이발끝으로부터 2mm 떨어진 곳, M2에서는 이발의 중심위치

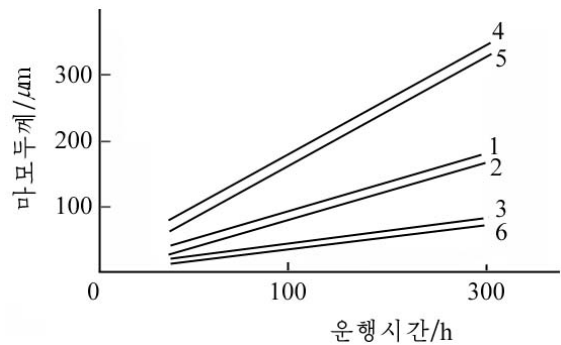


그림 4. 마모시험결과

1-M1-I구역, 2-M1-II구역, 3-M1-S구역, 4-M2-I구역, 5-M2-II구역, 6-M2-S구역, I구역과 II구역의 마모두께측정위치는 이발끝으로부터 각각 2mm 떨어진 곳

그림 4에서 보는바와 같이 열처리를 하지 않은 치차에서 랑끝에서의 마모두께는 M2-I, M2-II 구역에서와 유사하게 200h동안 운행후 $300\mu\text{m}$ 를 훨씬 넘었으며 가운데부분에서는 $190\mu\text{m}$ 로서 비교적 작았다.

열처리한 경우 치차이발중심부분의 마모량은 극히 적으며 경사빛조임방식에 의하여 이발끝과 밑면에서의 내마모성이 현저히 높아졌다.

레이자열처리를 한것과 하지 않은것과의 마모량차이는 시간이 지남에 따라 커지는데 첫 25h까지는 그 비가 약 1 : 1.5였지만 180h후에는 1 : 2.2이었다. 이것은 표면으로부터 깊이 들어갈수록 경도가 약해지는것과 관련된다. 또한 이발중심부분에서의 마모량은 열처리경도차이에 비하여 무시할 정도로 작다.

맺 는 말

1) 치차이발중심부분의 마모량은 극히 적으며 따라서 치차의 수명을 늘이기 위하여서는 끝면과 밑면의 경도와 내마모성을 높여야 한다.

2) 경사빛조임방식에 의하여 치차이발면의 경도와 내마모성을 개선할수 있다. 치차이발배치의 특성으로부터 한번빛조임에 의해서는 필요한 경도분포를 얻을수 없고 반복경사빛조임에 의하여 이발의 끝면과 밑면의 경도와 내마모성을 높일수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] M. P. Nasciment et al.; International J. of Fatigue, **23**, 7, 607, 2001.
- [2] B. Q. Yang et al.; J. of Materials Processing Technology, **209**, 4, 2180, 2009.
- [3] K. D. Jun et al.; Chanise J. of Lasers, **40**, 11, 1103005-1, 2013.
- [4] M. A. H. Nowes; Surface Engineering, **6**, 91, 1987.
- [5] M. A. H. Nowes; Industrial Heating, **7**, 36, 1990.

주체 104(2015)년 1월 5일 원고접수

Suitable Light Exposure Processing in Cog Heat-Treatment by Lasers

Kim To Il, Han Yong Hwan

Property of hardness and resistance to abrasion of the cog can be controled by inclined exposure.

Needful hardness distribution is not given by one exposure due to the cog arrangement. Therefore the hardness and resistance to abrasion of the upper and lower surface of cog can be reinforced by repetitive inclined exposure.

Key words: cog heat-treatment, laser