

# 기어의 레이저 표면 경화

## Laser Surface Hardening of Gear Teeth

MSTU A. G. Grigoryants, A. N. Safonop, B. M. Fyodorop

LG 산전 이석준

### I. 서론

레이저는 기존의 여러 열처리 법보다 열처리 영역 조정이나 자동화에 유리하고 열변형을 최소화할 수 있어서 고품질의 표면 열처리 분야에서 주목 받고 있다. 기어의 파괴(fracture)는 주로 이 뿌리에서 발생하나 기어의 마모(wear)는 주로 기어의 pitch line 부근의 기어 표면에서 발생한다. 장시간 사용 시 pitting, scoring, tooth breakage, abrasion 등의 파손이 발생하여 기어를 더 이상 사용할 수 없게 된다. 기어의 표면 경화는 기어의 열변형을 최소화하고 최적의 표면 경화 깊이 만큼만 열처리 하는 것이 중요하다.

기존의 기어 이의 표면 경화는 주로 침탄경화, 질화경화나 induction hardening, flame hardening 등을 이용하여 왔다. 가장 많이 사용하는 침탄경화법은 합금강에 경화 효과가 저하되고 기어의 열변형도 수반한다. 질화경화법은 열처리 대상에 제한을 받고 열처리 시간이 길며 과정이 복잡하다. Induction hardening은 복잡한 형상에 열처리하기 힘들고 설비가 고가다. Flame hardening은 열변형이 크다.

기어는 러시아제 spur gear for machine tool 15XGNM( $m=1.75$ ,  $Z=44$ )을 대상으로 하였다.

### II. 실험방법

기어는 동력 전달용 범용 spur gear 로  $m=1.75$ , 잇수=44, 이나비=10mm, 피치원지름=77mm 이다. 표 1 에 기어의 화학적 특성이 표시되어 있다. 레이저는 러시아제 CO<sub>2</sub> 레이저 TL-5M 을 사용하였다.

레이저 빔 이동 속도를 2cm/s-14cm/s 변화 시키고 레이저 출력은 각각 0.7kW-1.6kW 변화 시켜 최적의 가공 조건을 구한다.

### III. 결과 및 고찰

기어 이 표면 경화는 표면 경도, 경화 깊이, 피로 강도, 기어의 열변형도 등을 측정해야 하나 표면 경도와 경화 깊이 만을 측정 했다. 기어 이 표면 경도는 러시아제 DPH 경도 측정기를 이용하여 측정하였다. 축의 직각 방향으로 기어 이의 절반을 연삭하여 경화 깊이를 선별하여 측정하였다. 그림 1 과 그림 2 에 결과를 도시하였다.

### IV. 결론

CO<sub>2</sub> 레이저를 이용하여 기어 이의 표면 열처리를 수행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 레이저를 사용하여서 기어 용도에 맞는 경화 영역과 경화 깊이 및 표면 경도를 얻을 수 있다.
2. 요구된 경도와 경화 깊이를 만족시키는 열처리 조건은 레이저 빔 이동 속도=6cm/s, 레이저 출력=1.3-1.4kW 이다.
3. 레이저 조사의 기하학적인 한계로 인해서 pitch line 위의 부분이 아래부분보다 상대적으로 더 경화되었다. 향후 레이저 빔의 반경 변화나 개선된 조사법이 요구된다.
4. 지그와 자동화 공정을 향상 시키면 고가의 기어 열처리분야에서 레이저를 이용할 수 있다는 가능성을 입증하였다.

### V. 참고문헌

1. A. G. Grigoryants: Basics of Laser Material Processing, pp. 250-262, (1989)
2. G. A. Abilsitova: Handbook of Industrial Laser, ch. 3.2, (1991)
3. A. G. Grigoryants, A. N. Safonop: Introduction to Laser Hardening of Alloy, ch. 1.3, 3.2, (1988)
4. V. S. Golubep, F. V. Lebedep: Introduction to Laser Equipment Design, ch. 4.11, (1987)
5. I. A. Turgin: Practical Optics, ch. 4.3, (1965)
6. A. G. Grigoryants, A. N. Safonop: Methods of Laser Surface Treatment, ch. 1.3, 3.5, (1987)
7. Darle W. Dudley: Handbook of Practical Gear Design, ch. 4.2-4.8, 7.5-7.9, (1984)

표 1. 기어 15XGNM 의 화학 성분

|           | C    | Si   | Mn   | Cr   | Ni   | S     | P    |
|-----------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 화학 성분 (%) | 0.16 | 0.37 | 1.12 | 0.86 | 0.79 | 0.018 | 0.02 |

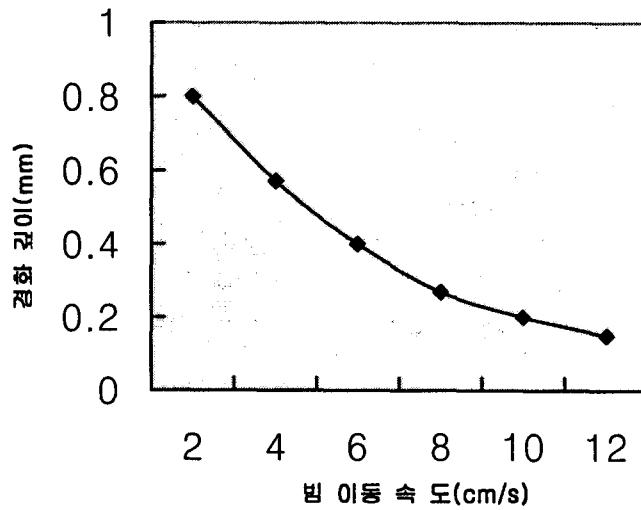


그림 1. 빔 이동 속도와 경화 깊이의 관계 (P=1.4kW)

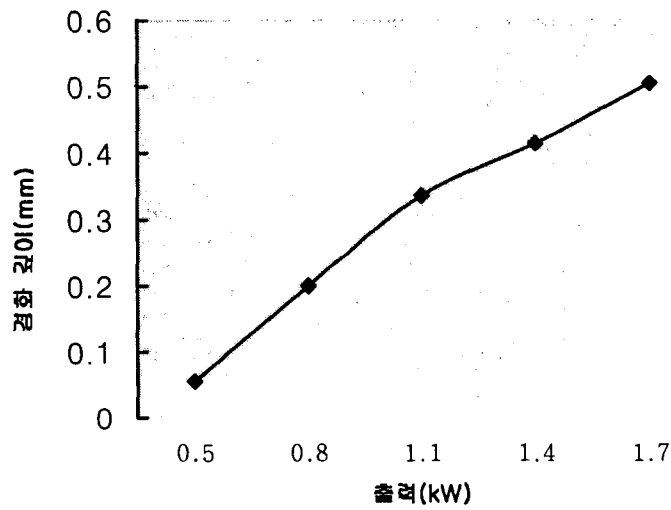


그림 2. 레이저 출력과 경화 깊이의 관계 (V=6cm/s)