

Nd:YAG 레이저를 이용한 디젤 엔진 실린더 보어 열처리 기술 개발(Ⅱ)

The development for the heat treatment of diesel engine cylinder bore with Nd:YAG LASER(Ⅱ)

현대자동차주식회사 차체기술계획팀 서 보신, 장 인성, 정 대현

I. 서론

디젤 엔진의 운전 중 고온, 고압에 의해 발생하는 실린더 보어 벽면과 피스톤 링의 이상 마모 현상을 방지하고 엔진의 성능 및 원가 절감하기 위해 당사에서는 Nd:YAG 레이저를 이용한 실린더 보어 벽면을 직접 열처리 함으로서 보어 벽면의 경도를 향상 시키고 부품 수를 줄이는 방법을 개발 하여 왔다. 실린더 블록과 라이너를 각각 제작하는 별체형 구조에서 Nd:YAG 레이저를 통해 라이너 를 없앤 일체형 디젤 엔진의 제작법에 있어서 보어 부분의 내마모성 레이저 열처리 방식은 현존의 다수의 방법에 비해 부품의 열처리 영역 부분을 짧은 시간 동안에 열처리 하며 부품 스스로 급냉 이 가능하다. 그러므로 냉각을 위한 매체를 별도로 사용하지 않는다.

실린더 보어 벽면을 직접 열처리 하여 경도를 향상 시킴 으로서

- (1) 피스톤 링과 보어의 윤활성을 높여 엔진 오일의 소모량을 감소 시킬 수 있고,
- (2) 피스톤 링과 보어의 마모를 15% ~20%까지 줄일 수 있는 마모 저항성과 동시에 마찰특성
- (3) 보어의 마모성 향상을 위해 삽입하고 있는 Sleeve를 삭제 함으로서 원가 및 부품 수의 절감 효과를 가져 올 수 있는 장점을 가지고 있다.
- (4) 다른 경화법에 비교하여 열 효율이 높고 표면의 형상에 관계없이 균일한 표면 층을 얻을 수 있다.
- (5) 고 에너지를 통하여 짧은 시간의 C/Time 을 얻을 수 있다.

본 연구에서는 현재 당사에서는 개발하고 있는 디젤 엔진 실린더 보어의 레이저 열처리 기술 개발 에 대하여 그 내용을 간략히 소개한다.

II. 기술 개발 단계 및 시스템 구성

실린더 보어를 레이저를 이용하여 열처리하기 위하여 당사에서 사용하고 있는 레이저는 Nd:YAG 4kW 를 사용하고 있으며, Power 분할 방식을 사용하고 있다. 보어 내부를 열처리하기 위해서 보어 내부에 삽입 가능한 옵틱을 제작하여 사용하고 있다.

표 1 은 당사 열처리 기준 사양이며, 그림 1 은 당사에서 제작한 열처리용 옵틱과 옵틱 이송 장 치를 나타 낸 것으로 옵틱 이송 장치는 4 축 직교 로봇으로 제작되었다.

제작된 옵틱에 의해 평판 시편 및 실린더 시편을 당사 기준 사양에 따라 열처리하여 모재 조건 에 따른 열처리 결과를 검증하고 있다. 그림 2 는 실린더형 시편에 대해 열처리용 옵틱을 이용하여

작업하는 모습이며, 그림 3은 열처리된 실린더형 시편이다.

III. 기술 개발 내용

레이저 출력에 따른 경화 깊이 및 경도를 파악하기 위하여 동일 조사속도에서 출력을 변화 시키면서 평판 시편을 열처리하였다. 열처리 결과, 그림 4와 5에 나타난 바와 같이 출력이 증가함에 따라 경화 깊이 및 경도가 증가하는 것으로 나타났다. 동일 출력에서 시편에 따라 경화 깊이가 차이가 나는 것은 시편 표면 조도 차에 따라 흡수율이 달라진 것으로 알 수 있다. 그림 6은 시편 표면 조도에 따른 경화 깊이 변화를 나타낸 것으로 조도에 따라 경화 깊이가 달라짐을 알 수 있다.

열처리 작업 방법에 있어서 레이저 출력 ON/OFF 방식으로 작업 시 움푹 이송 장치의 모터 감속 시간에 의해 페턴의 중단부에 레이저 에너지 조사 시간이 길어짐으로서 국부적으로 표면이 되어 CHILL이 발생 함으로서, 실제 제품에 적용 시 보어의 내구성에 문제를 야기 할 것으로 판단 되었다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 CW 레이저를 PULSE 형태로 조사 함으로서 중단부 용융 현상을 방지하였다.

VI. 향후 계획

1. 최적 양산 품질을 위한 실린더 블록 표면 최적 가공 조건 및 열처리 변수 확보

표면 조도에 따라 레이저 에너지의 흡수량이 달라지므로 저 출력으로 최대의 흡수 효과를 낼 수 있고, 균일한 열처리 깊이를 얻기 위한

- 보어 가공 기준 조도 설정
- 레이저 출력 및 조사 속도 설정

2. 실린더 블록의 열처리 및 엔진의 내구 시험

열처리 결과의 실용성 확인을 위해 실린더 블록을 직접 열처리하고, 열처리된 블록으로 엔진을 조립하여,

- 대상 내구 시험 및 실차 시험
- 엔진 블록과 관련 기능 및 성능 시험

등을 거쳐 엔진의 성능을 검증한다.

V. 참고 문헌

1. Yoshio SUZUKI 외 4명, "Laser-Hardening of Cylinder-Bores for Diesel Engines", MITSUBISHI MOTORS TECHNICAL REVIEW, No. 6 (1994)
2. James T. Luxon, David E. Parker, Industrial Laser and Their Applications(2nd ed), Prentice Hall, pp 267 ~ 273
3. 西森廉夫의 3명, "실린더블록보어의 라이나레스화의 - 液中高周波焼入れ의 實用化", 마쯔다

技報, No 14(1996)

4. 김도훈, 레이저 가공학, 경문사

항목	열처리 깊이 (mm)	열처리 폭 (mm)	경도 (Hv0.2)	열 변형량 (μm)	가공 속도 (Block/min)
사양	최소 : 0.3 최대 : 0.2	3.5 +0.5	550 ~ 650	10 ~ 15	1

표 1: 기준사양

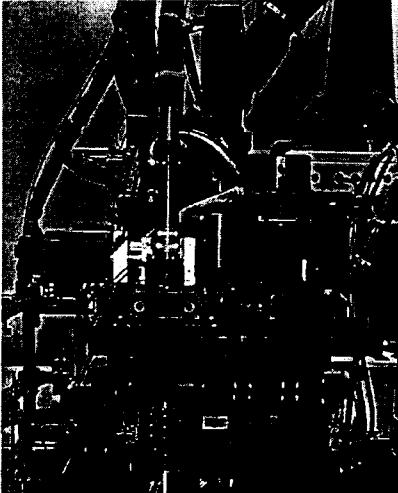


그림 1: 열처리용 옵틱 및 이송 장치

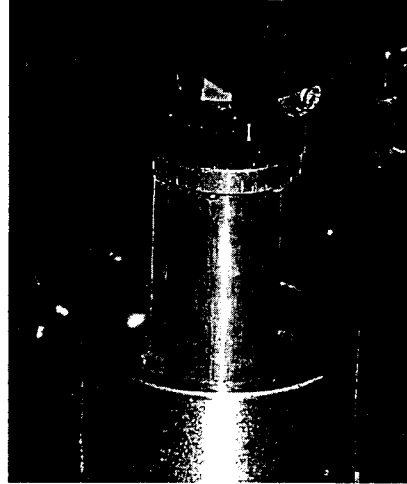


그림 2: 레이저 열처리 작업

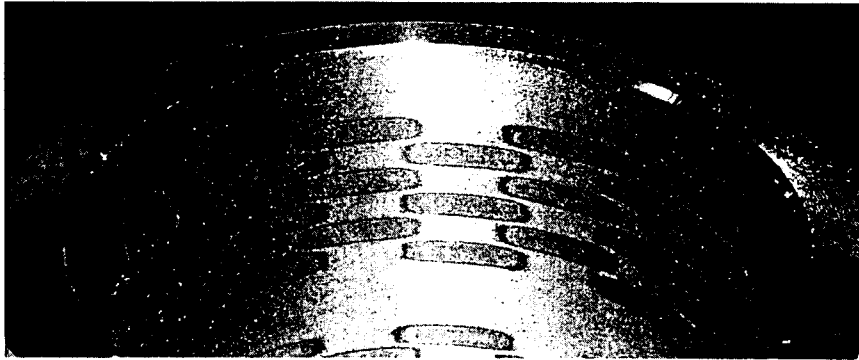


그림 3 열처리된 실린더형 시편

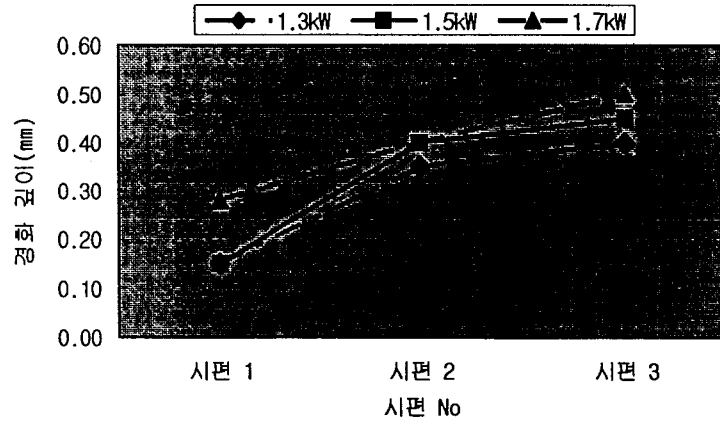


그림 4 출력변화에 따른 경화 깊이

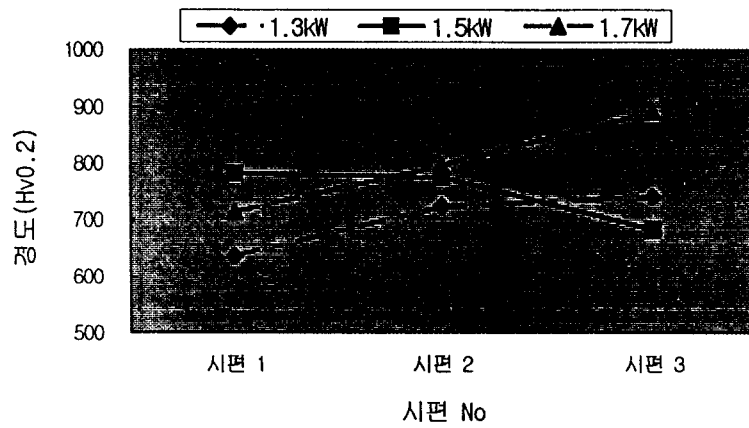


그림 5 출력변화에 따른 경도

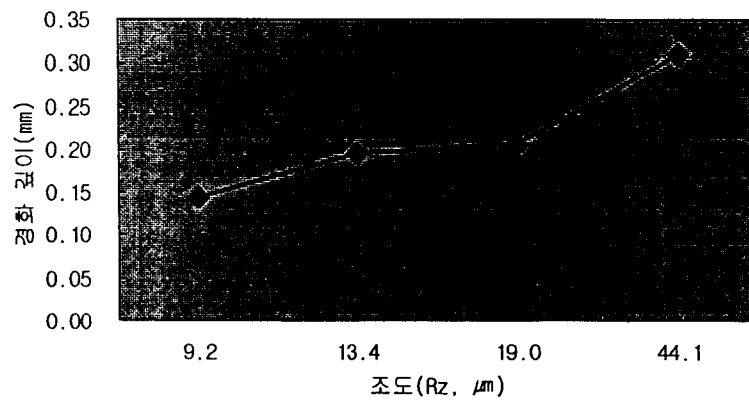


그림 6 조사 속도 및 조도에 따른 경화 깊이