

내연기관 연료펌프의 PUNGER & BARREL 성능향상을 위한 HORNING 장치 및 가속화 시험모델 개발

김태형⁺·차지협⁺⁺·정호승⁺⁺⁺·김정렬⁺⁺⁺⁺·이승호⁺⁺⁺⁺⁺

Horning Equipment Development of Internal Combustion Engine Fuel Pump for PUNGER & BARREL Efficiency Evaluation

Tae-Hyeong Kim⁺, Ji-Hyub Cha⁺⁺, Ho-Seung Jeong⁺⁺⁺, Jeong-Ryeol Kim⁺⁺⁺⁺ and Seung-Ho Lee⁺⁺⁺⁺⁺

Abstract : 연료 분사펌프는 600bar 이상의 고압 연료를 분사밸브를 통하여 디젤기관의 연소실에 연속적으로 공급하는 장치이며, PLUNGER&BARREL 은 분사펌프의 핵심 부품으로 작동하고 고온 고압의 환경에서 4 μ m 미만의 초정밀 간극을 유지해야 한다. 이러한 정밀한 가공 상태를 유지하기 위해선 내마모성 및 내열성에 적합한 재료와 열처리가 필수 요소이다. 현재 주로 사용되고 있는 방식은 DIAMOND STONE 에 의한 HORNING 가공을 주로 사용하거 있다. 하지만, 연삭 가공과는 달리 별도의 치수 보정 장치가 없는 관계로, STONE 마모와 그에 따르는 마모량 공차에 의한 정밀 치수 확보의 어려움으로 인해, 고비용 저효율의 약점을 가지고 있다. 그러므로 기존의 HORNING STONE 방식을 대체한 PIN 방식의 HORNING MACHINE 개발을 목표로 한다.

Key words : Fuel(연료), Injection Equipment(분사장치), Heat treatment(열처리), Microstructure(미세조직)

내연기관 연료펌프의 PUNGER & BARREL 성능향상을 위한 HORNING 장치 및 가속화 시험모델 개발

2006. 06

(재) 한국조선기자재연구원

(재) 한국조선기자재연구원

연구 개발 배경

- ◆ 600BAR 이상의 고압을 형성해 하는 PLUNGER&BARREL은 고온 고압의 환경에서 4 μ m 미만의 초정밀 간극을 유지해야 한다. 따라서 PLUNGER & BARREL는 실린더 내경의 정밀한 권원도, 권직도 및 표면 조도 확보가 요구된다.
- ◆ 정밀한 가공 상태를 유지하기 위해선 내마모성 및 내열성에 적합한 재료와 열처리가 필수 요소이며, 가공면에서는 정밀 연삭 후 별도의 FINISHING 작업을 요구한다. 이때 FINISHING 작업은 5~10 μ m 곡소량의 작업량으로, 단순한 POLISHING 목적만이 아니라, 실린더 내경부의 권원도, 권직도 및 조도 향상에 결정적 역할을 한다.
- ◆ 현재 주로 사용되고 있는 방식은 DIAMOND STONE 에 의한 HORNING 가공을 주로 사용하거 있다. 하지만, 연삭 가공과는 달리 별도의 치수 보정 장치가 없는 관계로, STONE 마모와 그에 따르는 마모량 공차에 의한 정밀 치수 확보의 어려움으로 인해, 고비용 저효율의 약점을 가지고 있다.

(재) 한국조선기자재연구원

연구 개발 목표

- ◆ 기존의 HORNING STONE 방식을 대체한 PIN 방식의 ORNING MACHINE 개발을 목표로 한다.
- ◆ HORNING MACHINE 은 작업구간 및 작업량 컨트롤 기능을 부가하여, 정밀 치수 확보를 가능케 한다.
- ◆ 이때 STONE을 대체한 PIN은 치수화장 치구에 상착되어 0.5 μ m 단위로 확장,축소 가능하게 설계되며 PIN 마모에 따른 실린더 내경 정밀치수 확보를 용이하게 한다.
- ◆ PIN에 의한 가공시 함께 요구되는 최적의 LAP 재료의 DATA를 확보한다.

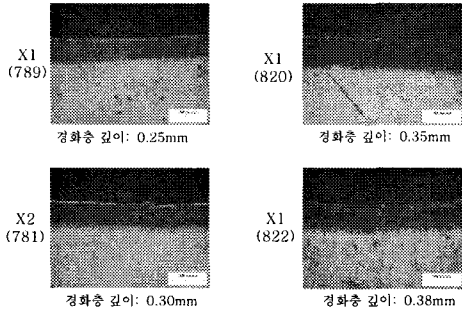
(재) 한국조선기자재연구원

연구 개발 내용

- ◆ 시제품 분석 및 목표 DATA 설정
 - 실린더 권직도, 권원도, 표면 조도 등
 - DIA METER면, 실린더 LENGTH면, 소재면 SAMPLE을 재료 분석
- ◆ 확장형 HORNING MACHINE 설계
 - 작업대 회전속도, 작업대 STROKE, 공작물 회전속도 제어 등 통한 최적의 가공
- ◆ 시제품 제작
- ◆ 관련 치구 및 LAP 세 적용
 - DIAMOND STONE을 대체한 PIN 적용을 위한 치구를 비롯한 주요 부품 설계
- ◆ 보완설계 및 시제품 최종 평가
 - 문제점을 설계에 Feed Back시키고 설계의 수정 적용
 - 확장형 HORNING MACHINE의 가공 기준에 대한 최종 평가를 실시

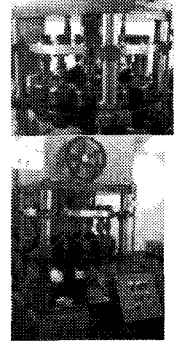
+ 김태형(한국조선기자재연구원), E-mail: thkim@komeri.re.kr, Tel: 051)831-6880
 ++ 차지협(한국조선기자재연구원), E-mail: chajh@komeri.re.kr, Tel: 051)405-6880
 +++ 정호승(한국조선기자재연구원), E-mail: jhs@komeri.re.kr, Tel: 051)405-6880
 ++++ 김정렬(한국조선기자재연구원), E-mail: jrim@komeri.re.kr, Tel: 051)405-6880
 +++++ 이승호(부산 마린텍)

열처리 조직사진



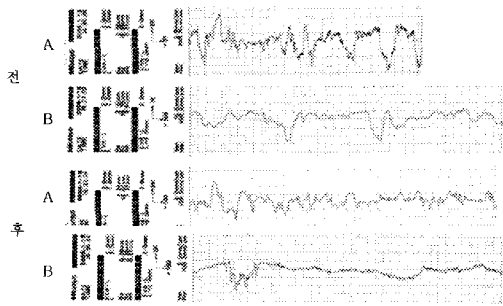
HORNING MACHINE 설계 및 제작

- ◆ 가공물 치수보다 0.01 ~ 0.08mm 크게 하여 회전하면서 (또는 공작물이 회전) 통과시키며 가공부 표면은 냉간 ROLLING 되어 알코자 하는 표면 조도와 치수 정도를 동시에 만족시킨다.
- ◆ 표면조도 3.2S ~ 25S 정도의 거친 표면을 단 1회 통과로 표면조도 0.8S~3.2S 이하의 사상면(경면)을 얻을 수 있다.
- ◆ 가공시간이 짧아 능률적이며, 치수정도가 쉽게 변하지 않으며 원통도, 진원도 등을 항상 시킬 수 있다.



표면조도 검사 결과

◆ HORNING 전후 내경 거칠기 비교



결론

- ◆ HORNING 장치의 성능향상으로 인한 PLUNGER&BARREL의 실린더 내경 진원도, 진직도, 조도 향상.
- ◆ 기존의 HORNING STONE 방식을 대체하여 치수 조절 기능이 가능하도록 하여 비용 절감은 물론 작업성 증가로 제품의 원가 절감 효과.
- ◆ BARREL 실린더 FINISHING 최적설계를 위한 데이터베이스 구축.
- ◆ 기업의 기술 경쟁력 향상으로 생산 제품의 생산 신뢰성 향상.

정밀 가공 및 측정

◆ 소재 및 실험 결과

항목	X1	X2	X3	X4	X5	X6	단위
소재	SC A4 E5	SC M4 15	SC M1 5	SC M2 9	SC M3 2	SC M38 X38	
경도	291	780	820	859	1045	1031	Hrc
경화깊이	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	mm
DIA	18	20	18	20	18	20	mm
LENGTH	250	240	230	240	220	240	mm
가공 표면 조도	4.3	5.1	6.3	4.9	5.8	6.2	#
가공 표면 직도	10	12	2	5.6	7.2	4.8	5.7
가공 원통도	3.2	4.7	2.9	3.8	3.3	5.5	S

측정사항	X1	X3	X5	비고
소재	정밀가공용 (SCM 415)	베어링용 (SCM 420)	동회경용 (SCM 420)	공정도 높고 내이랑성 및 내피로성 향상.
표면조도	양호	양호	양호	
표면조도 진원도	1.07 mm	1.07 mm	1.07 mm	
표면조도 진직도	791Hrc	822Hrc	1045Hrc	기존 제품보다 표면 거칠기 향상.
표면조도 경화깊이	0.25mm	0.3mm	0.3mm	수입용보다 높게 유지됨.
표면조도 표면 경도	양호함	양호함	양호함	
표면조도 표면 경도	Hv 590	Hv 590	Hv 590	
표면조도 표면 직도	0.00150 mm	0.00145 mm	0.00150 mm	기존 제품보다 향상됨.
표면조도 표면 직도	0.00110 mm	0.00110 mm	0.00110 mm	수입용과 동일함.
표면조도 표면 원통도	0.00200 mm	0.00175 mm	0.00170 mm	향상됨.
표면조도 표면 원통도	0.002	0.002	0.002	