

사이클 수에 따른 밸브 및 시트 인서트의 마모연구

김재학* (한국생산기술연구원), 전경진 (한국생산기술연구원), 홍재수 (한국생산기술연구원),
김양수 (한국생산기술연구원), 김덕영 ((주)신한밸브), 임정규 ((주)신한밸브)

A Study on Valve and Seat Insert Wearing depending on Cycle Number

J. H. Kim* (KITECH), K. J. Chun (KITECH), J. S. Hong (KITECH), Y. S. Kim (KITECH),
D. Y. Kim (Shin Han Valve IND. Co., LTD), J. K. Im (Shin Han Valve IND. Co., LTD)

ABSTRACT

Wear of valve seating face and seat insert seating face influence the performance of engine, so they are important. To manufacture good quality valve and seat insert which have wear resistance the relations between wear factors and wear of the two seating faces have to be inspected. Cycle number is one of the important wear factors wearing the two seating faces and it can translate into mileage in rear car. But little is known. Test variable is only cycle number and the cycle numbers are 2.0×10^6 , 4.0×10^6 , 6.0×10^6 , 8.0×10^6 . And the other test conditions were fixed. Rmax of valve seating face and seat insert seating face increase linearly as cycle number is increased. Rmax of valve seating face were smaller than seat insert seating face in each cycle number. Reaction production by tribological reaction and sliding wear was found on the two faces.

Key Words: Valve seating face (밸브 착좌 면), Seat insert seating face (시트 인서트 착좌 면), Reaction production (반응 생성물), Sliding wear (미끄럼 마모)

1. 서론

엔진의 성능향상과 신뢰성을 확보하기 위해서는 엔진을 구성하고 있는 개별 부품들의 내마모성과 내구성을 향상시켜야 한다. 배기 밸브와 시트 인서트는 엔진의 연소가스를 원활하게 배기해주고, 엔진의 압축과 폭발과정 중에 기밀을 유지하는 역할을 맡고 있다. 배기 밸브와 시트 인서트는 연소가스에 의해 고온으로 가열되고, 연소압력에 의해 강하게 밀착한다. 이때 직접접촉이 일어나는 배기 밸브 착좌 면과 시트 인서트 착좌 면에는 마모가 일어나게 되며, 결과적으로는 설계자가 의도한 배기 밸브와 시트 인서트의 역할을 수행하는데 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 배기 밸브와 시트 인서트의 마모에 영향을 미치는 마모원인 중 하나인 사이클 수에 따른 배기 밸브와 시트 인서트의 마모에 관한 연구를 수행 하였다.

2. 실험 방법 및 절차

본 연구에서는 Fig. 1 에 나와있는 밸브 및 시트 인서트 마모 전용 실험기 '를 사용하여 실험하였다. 마모 전용 실험기는 제어(Electronics console), 기계

(Load frame), 유압(Hydraulic power), 가스 제어(Gas control)부로 구성되어 있다.

실험 시편은 가솔린용 자동차 엔진에 장착되어 사용되고 있는 STR 35 배기 밸브와 소결 합금인 HVS1-2 시트 인서트를 사용하였다. 실험 조건은 Table 1 에 나와 있듯이 사이클 수를 실험변수로 설정하였다. 엔진 스피드는 10Hz 로 설정하였고 이를 RPM 으로 환산하면 1200RPM 이 되고, 밸브의 왕복 운동속력으로 환산하며 40mm/s 이다. 하중은 1960N 으로 설정하였으며 이를 압력으로 환산하며 40bar 정도이다. 온도는 시트 인서트 바깥 원주를 기준으로 350℃로 설정하였고, 이를 밸브 착좌 면의 온도

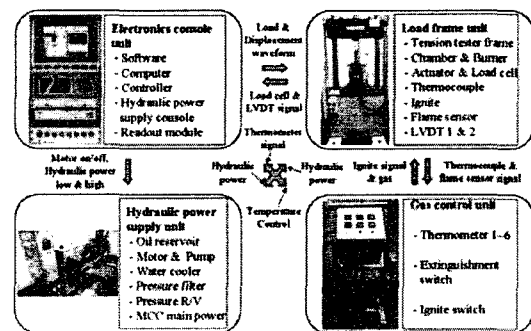


Fig. 1 Schematic of wear tester

Table 1 Wear test condition

Test variable		Fixed condition
Cycle number [cycle]	2.0×10 ⁶	Frequency : 10Hz Load : 1960N Temperature : 350℃ Fuel : LPG
	4.0×10 ⁶	
	6.0×10 ⁶	
	8.0×10 ⁶	

로 환산하면 760℃이다. 시편을 가열하는데 사용한 연료는 LPG 이며, LPG 를 사용한 이유는 사용상 편의성이 있고, 연소물질이 적어 마모가 많이 일어나기 때문이다.²

실험변수인 사이클 수는 실차의 마일리지와 선행 연구들을 바탕으로 2.0×10⁶, 4.0×10⁶, 6.0×10⁶, 8.0×10⁶ 사이클로 결정하였다.

OLS 를 사용하여 각 시편별로 80 개씩의 최대 거칠기를 측정하였으며, SEM 과 EDX 를 사용하여 두 착좌 면을 관찰 분석하였다.

3. 실험 결과

최대 거칠기의 실험 결과 값은 Table 2 와 같다. 본 연구 결과 중 2×10⁶ 회 실험은 선행연구 결과값을 사용하였다.¹

Table 2 Rmax values of valve seating face and seat insert seating face

		Unit : [μm]						
		1	2	3	4	5	6	Mean(SD)
2×10 ⁶	Valve	39.9	27.4	25.5	30.1	26.5	29.7	29.9(5.2)
	S·I	35.2	32.6	34.1	33.5	36.7	35.8	34.7(1.5)
4×10 ⁶	Valve	43.9	49.1	41.5	50.3	43.1	42.8	45.1(3.7)
	S·I	51.4	57.2	48.4	57.9	51.3	50.2	52.7(3.9)
6×10 ⁶	Valve	68.4	68.8	70.9	46.5	50.5	47.1	58.7(15.8)
	S·I	82.8	73.1	78.8	48.8	53.1	48.5	64.2(11.8)
8×10 ⁶	Valve	88.2	82.1	76	66.8	71.9	77.5	77.1(7.5)
	S·I	94.5	100.4	86.3	81.6	84.4	80.9	88.0(7.8)

S · I : Seat insert

사이클 수가 커질수록 밸브 착좌 면의 측정값이 29.7(5.2) μm, 45.1(3.7) μm, 58.7(15.8) μm, 77.1(7.5) μm 로 커졌으며, 시트 인서트 착좌 면의 측정값은 34.7(1.5) μm, 52.7(3.9) μm, 64.2(11.8), 88.0(7.8) μm 로 커졌다.

Fig 2 는 밸브 착좌 면과 시트 인서트 착좌 면 위를 덮고 있는 Tribological reaction 에 의해 생성된 반응 생성물들이 슬라이딩 마모를 일으킨 사진이다.

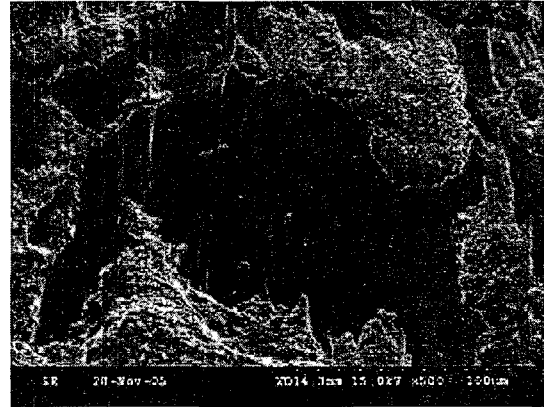


Fig. 2 SEM photograph of worn valve seating face at 10Hz, 6×10⁶ cycle (Magnification 500X)

4. 결론

사이클 수에 따른 밸브와 시트 인서트의 마모결론은 다음과 같다.

- 사이클 수에 따라 밸브 착좌 면의 최대 거칠기는 증가했다.
- 사이클 수에 따라 시트 인서트 착좌 면의 최대 거칠기는 증가했다.
- 밸브 착좌 면과 시트 인서트 착좌 면에서 Tribological reaction 에 의한 반응 생성물이 관찰되었으며, 반응생성물들끼리 슬라이딩 마모가 일어나는 것이 관찰되었다.

후기

본 연구는 부품소재산업진흥원과 ㈜신한발브의 지원을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. K. J. Chun, J. S. Hong, H. J. Lee, "A Study on Engine Valve and Seat Insert Wearing Depending on Speed Change," SAE International 2004-01-1655, 2004
2. A. Kimihiko, M. Akira, Y. Akio, "Hardfaced Valve and P/M Valve Seat System for CNG and LPG Fuel Engines," SAE Technical Paper 2005-01-0718, 2005