

엔진 배기에 미치는 엔진유의 영향(제 1 보)

(Effects of engine oil on exhausted gas composition)

문우식, 권완섭, 이종훈, 김광현, 김성환
(주)유공 대덕기술원

1. 서론

자동차에 요구되는 주요한 기술 과제 중에서 최우선으로 해결해야 될 문제는 환경규제와 관련된 대응 방안을 강구하는 것이라고 말할 수 있다. 지속적으로 강화되고 있는 환경규제를 만족하면서 소비자가 요구하는 자동차의 주행성, 안전성, 연비, 메인テナンス 등과 관련된 고성능화가 추구하고 있다. 엔진유 측면에서는 배기규제, 연비향상, 장수명화 및 고성능화와 관련이 되는 성능 개선이 이루어지고 있다. 특히 배기 규제와 관련해서는 오일 소모량의 감소와 배기 정화 장치에의 피독작용 감소등의 측면에서 물성이 규제되고 있는데 Noack 증발 감량(250°C, 1hr) 및 인 함유량 규제가 대표적인 예이다[1,2]

본 연구에서는 서로 다른 물성을 가지는 엔진유를 적용하여 엔진 배기에 미치는 영향을 조사하고자 수행한 기초 시험의 결과를 소개하고자 한다.

2. 엔진유

본 연구에 사용된 엔진유는 현재 국내 윤활유 메이커에 의하여 제조 판매되는 SH 급 엔진유 2종과 용제 추출 기유를 주로 이용하여 제조한 엔진유 1종으로 모두 3종이다. SH 급 엔진유중 1종은 기유로 VHVI 기유만을 사용한 5W/30 엔진유이다. VHVI 기유는 산화 안정성과 열화 안정성이 우수하고 점도 지수가 높아 엔진유 수명

의 장기화를 가능하게 하고 저온특성을 개선하여 최근 윤활유의 기유로 많이 이용되고 있다. VHVI 기유만을 사용한 엔진유 1종을 엔진유 I, 용제 추출 기유만을 사용한 5W/30 등급의 엔진유를 엔진유 III로 표시 하였으며 엔진유 II는 현재 판매되고 있는 10W/30 제품으로 수첨 개질 기유를 사용한 엔진유이다. 표 1에 본 실험에서 사용된 엔진유의 대표 물성을 나타낸다.

표 1 엔진유의 대표 물성

	엔진유 I	엔진유 II	엔진유 III
점도 @40°C	62.84	71.42	62.78
점도 @100°C	10.40	10.65	10.66
점도 지수	154	137	161
인화점, °C	222	214	218
HTHS, cP	2.96	2.92	3.10
점도 등급	5W/30	10W/30	5W/30
사용기유	VHVI	수첨개질	용제추출
NOACK, %	10.6	16.2	20.3

본 연구에서는 초기 윤활유가 신유의 성상을 그대로 유지하고 있는 경우의 윤활유와 엔진 배기가스 성분사이의 관계를 살펴 보았다. 특히 증발 감량이 각기 다른 세가지 시료에 대하여 실험하였다.

3. 엔진시험

시험에 사용된 엔진은 Elantra DOHC 엔진으로 배기량은 1595cc 이고 4 기통이다. 엔진의 구성은 실제 엔진과 같으며 단지 엔진 오일의 냉각 계통이 실제 엔진과는 다르게 엔진 오일 온도 제어기를 통하여 인위적으로 강제 냉각되어지도록 되어 있다. 따라서 엔진유는 실제 자동차에서 필요로 하는 양보다 많은 양이 필요하게 된다. 시험 엔진유는 1 회에 8 ℓ 정도가 된다. 엔진오일은 엔진의 부분을 지난 다음 엔진오일 콘트롤러를 지나면서 열을 방출한 후 다시 엔진의 각부분에 분사되게 된다. 본 실험에서는 엔진오일의 온도를 92°C로 제어 하였으며 실험중 오일 탱크에서의 오일 온도는 90°C 에서 93°C 정도의 값을 유지하였다. 그리고 엔진의 상태가 배기 가스에 매우 큰 영향을 미치므로 이를 위하여 3 종의 엔진유에 대한 실험을 엔진유 교환시간을 제외하고는 쉽없이 계속해서 실험을 수행 하였다. 2 회차의 실험에서는 1 회차의 실험 순서의 역순으로 엔진유를 교환해가면서 실험을 수행하여 실험장치 상태 변화에 따른 결과 변화를 최소화 하려고 하였다. 엔진유 교환시 남아 있는 이전 시험 오일의 영향을 최소화 하기 위하여 시험유와 동종의 엔진유로 엔진 율활 계통을 Flushing 한후 시험오일을 주입하여 엔진 배기 시험을 수행하였다. 실험은 각 운전조건에서 5 분간 수행하였으며 이중 배기가스의 성분 분석은 각 조건이 시작 되고 4 분이 되는 시점에서 배기가스를 채취하여 분석 하였다. 그러나 각 배기가스의 각 성분들이 4 분이 되어도 어느한 값에 고정된 값을 가지지 않고 계속 변동할 경우에는 이 시간을 연장하여 시스템이 정상상태에 도달 하였다고 생각 되었을 때 측정하였다.

배기가스 성분을 조사하는데 사용된 장비는 MEXA-8120 으로 HORIBA 사에서 제작한 장비이다. 이 장비로는 H.C, NO_x, CO 를 비롯하여 O₂,

CO₂ 등을 측정할수 있는 장비이다. HC의 측정 원리는 HC 가 hydrogen flame 에 의하여 분해가 되는데 그 결과 탄소수에 비례하는 이온이 생성 되게 되어 이 이온에 의하여 흐르는 전류를 측정 하여 하이드로 카본의 양을 측정한다. 일산화 탄소의 경우는 NDIR (nondispersive infrared)을 이용 측정이 되며 NO_x의 경우는 O₃ 제너레이터에 여기된 NO가 바닥 상태로 떨어지면서 나오는 빛의 양을 측정하여 NO의 양을 측정하게 된다. 본 연구에서는 배기 가스 성분뿐 아니라 연료 소비량, 흡입 공기량, 연료유의 온도도 측정 하였다.

4. 시험결과

실험을 2 회 반복하여 그 평균값으로 그 대표값을 삼았다. 그리고 대표값들 사이의 차이가 실험의 재현 범위 이내에 있는 경우에는 그 차이가 없다고 판단하였다.

Fig.1 은 전부하 상태에서의 엔진 회전수와 배기 가스중 T.HC, CO 및 NO_x의 조성비와의 관계를 나타내는 그림이다. 전체적으로 3 종의 엔진유는 비슷한 경향을 나타내고 있다. 특히 엔진의 회전속도가 1000, 2000 rpm 일 경우는 그 값 또한 비슷한 값을 나타내고 있다. 그러나 3000rpm 일 경우 그 값의 차이가 실험의 재현성을 고려 하더라도 매우 크게 나타난다. 엔진유의 Noack 증발 감량에 따라 배기 가스 조성이 상당한 영향을 받음을 알 수 있다. 엔진유 I, 엔진유 II, 엔진유 III의 순서로 THC와 CO가 많이 나오며 NO_x는 이와 반대 경향을 나타내고 있다. 기유만이 다른 I과 III을 비교할대 THC와 CO는 각각 12%, 18% 증가하나 NO_x는 66% 감소로 현격한 차이를 나타낸다. THC와 CO는 산화촉매의 작용으로 비교적 쉽게 처리할수 있으므로 NO_x의 감소 효

과가 더욱 의미가 있다고 할 수 있다. 엔진유가 엔진배기에 영향을 미치는 경우 대부분 엔진오일의 증발성과 관계가 있는 것으로 생각되어 저고 있으며 본 연구에서도 Noack 증발 감량과 깊은 상관관계를 보이고 있다.

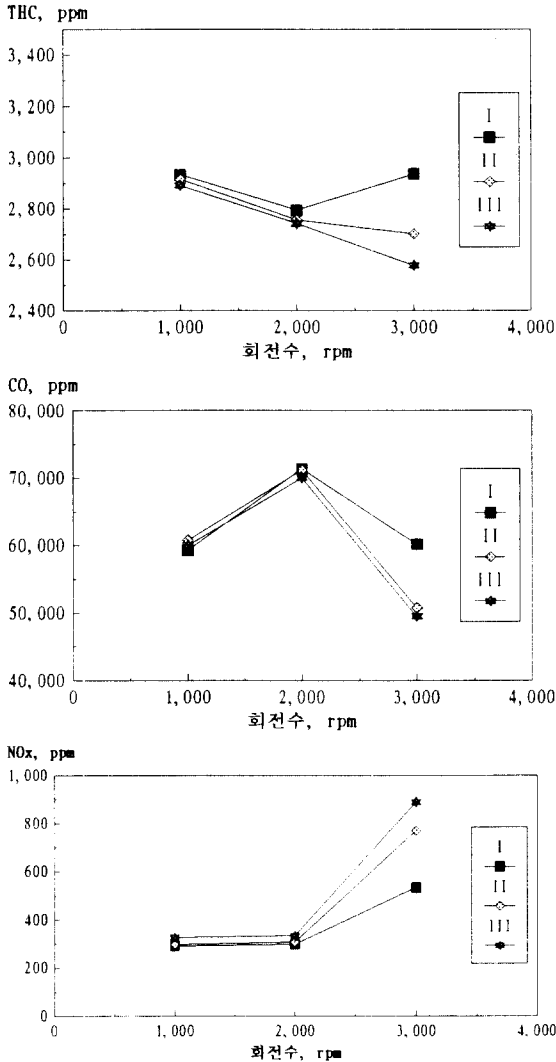


Fig. 1 전부하 조건

일반적으로 점도가 높을수록, 고정제된 기유일수록 증발 감량은 작게 된다. 엔진유 I은 고정제

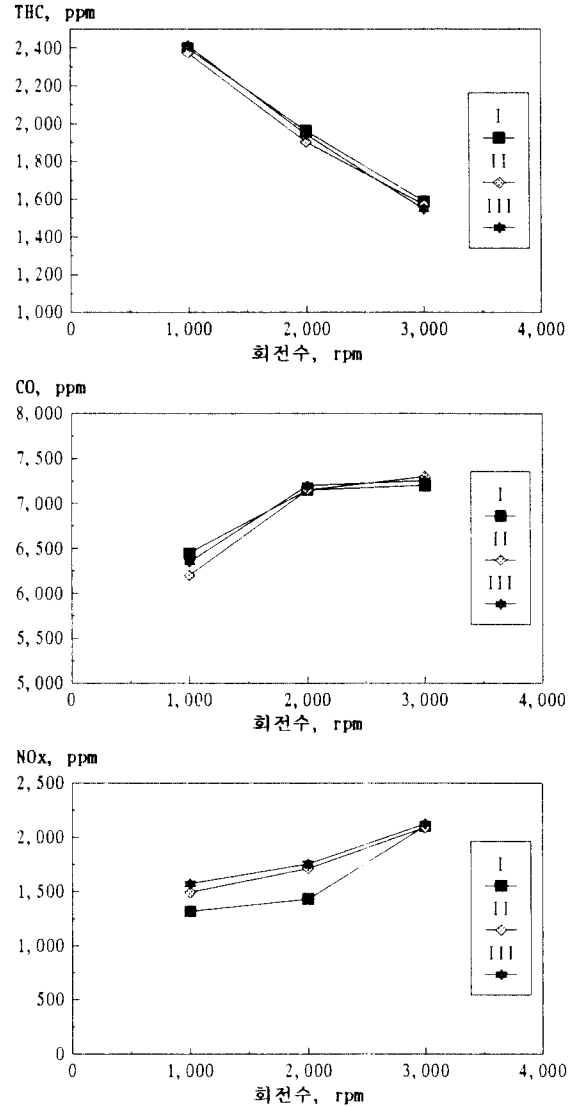


Fig. 2 부분부하 조건(50%)

VHVI 기유이고 엔진유 III은 용제추출법으로 제조된 엔진유이므로 VHVI 기유를 사용할 경우 NOx 측면에서 우수한 경향을 나타낸다고 볼 수 있다. 시험 엔진유 I, II, III 모두 100°C에서의 점도가 비슷한 제품이므로 정제도의 차이에 기인하여 배기가스 성분이 차이가 나는 것으로 판단된

다. 수첨 개질 공정의 결과 만들어진 기유를 사용한 II의 경우 중간 정도의 성능을 나타내고 있다. 엔진 회전수가 1000, 2000 rpm 일 경우에는 엔진 배기 가스 조성의 차이가 있는 것으로 나타나 있으나 그 차이가 상대적으로 작아 실험의 재현범위내에 있으므로 차이가 있다고 보기에는 곤란하다.

Fig.2는 50% 부분부하 상태에서의 엔진배기 가스 성분의 변화 경향이다. 전체적으로 Fig. 1의 전부하 상태에서의 경향과 비슷한 경향을 보이고 있으나 그 값의 차이는 매우 작다. NOx의 경우 엔진유 I이 다른 엔진유에 비하여 월등히 작은 값을 나타내고 있으나 이 실험의 경우는 실험의 반복성이 매우 불량하여 엔진유 I이 우수하다고 보기에는 곤란하였다.

Fig. 3은 25%부분 부하 상태에서의 엔진 배기 가스의 성분의 변화 경향이다. 이경우도 50%의 부분부하와 마찬가지로 NOx 측면에서 엔진유 I이 우수한 것으로 나타나 있으나 재현성을 고려할때 엔진유 I이 우수하다고 보기에는 그 차이가 매우 작다.

5. 결론

본 연구에서는 VHVI 기유, 용제 추출로 제조된 기유를 사용하는 엔진유 3종을 대상으로하여 엔진유가 배기 가스에 미치는 영향을 연구하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

- 1) 엔진유의 증발감량에 따라 엔진 배기 가스에 미치는 영향은 각기 다르게 나타났다.
- 2) 저증발 감량의 특성을 가지는 VHVI 기유를 사용한 엔진유는 고속, 전부하(3000 rpm, 37.5 kW) 조건에서 NOx 저감 효과가 있다.

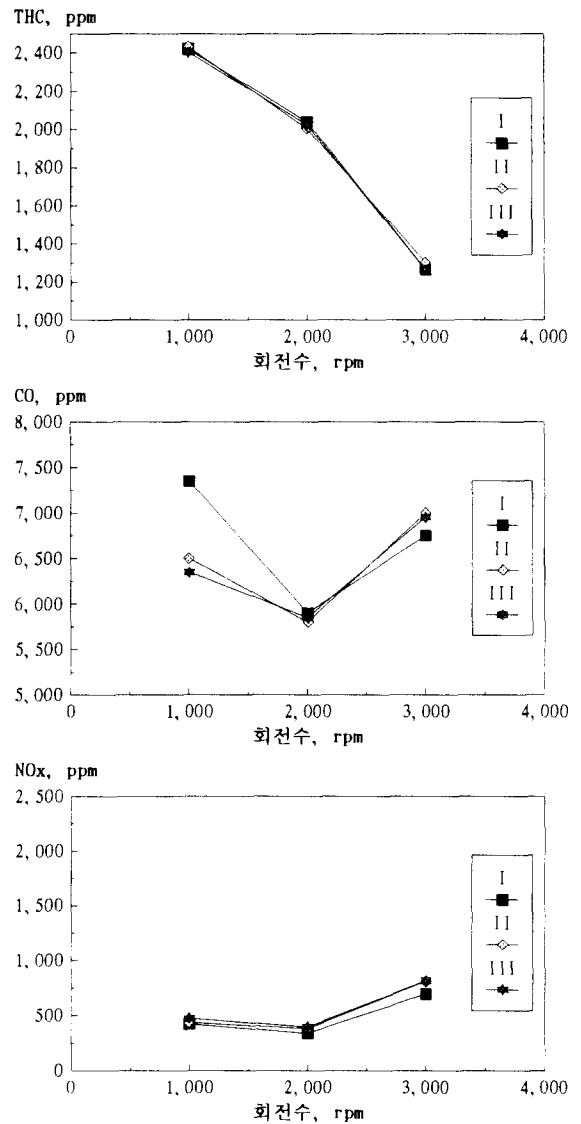


Fig. 3 부분부하 조건 (25%)

참고 문헌

1. API, Engine oil licensing and certification system, API Publication 1509, Jul.29, 1996
2. M.L. McMillan, Future engine oil specifications - who, what and how ?, NPRA, FL-95-115, 1995