

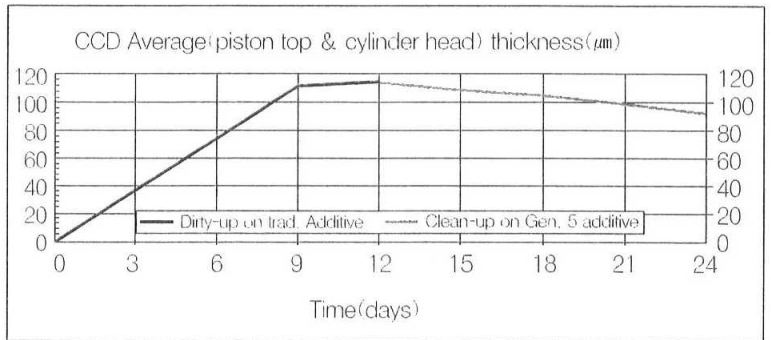
퇴적물제거용 첨가제에 의한 자동차 유해배출가스 저감

최 규 호, 김 태 천, 주 홍 량 · 씨에스엠(주)

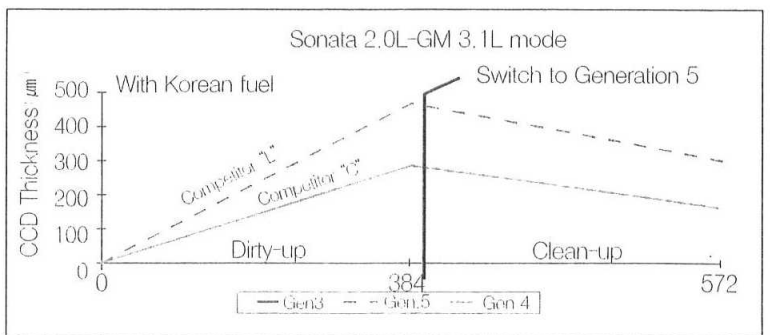
1. 머리말

최근 가솔린 자동차 엔진에서 PFI(port fuel injector)의 막힘, IVD(intake valve deposit), CCD(combustion chamber deposit), EVS(exhaust valve sticking)등의 문제가 발생하는데 이는 적절한 첨가제를 사용하게 되면 해결될 수 있다. 특히 첨가제를 사용함에 의해 연소실을 청정상태로 유지(keep clean)할 뿐만 아니라 기존 퇴적물(deposit)도 제거하여 원래의 깨끗한 상태로 복구 시키는 것(clean up)도 가능하다. 더 나아가 연료를 내연기관에서 완전연소 시킬 수 있고 또한 첨가제가 완전 연소를 도와 유해 배출가스를 현저히 저감 시킬 수 있다. 이를 위한 첨가제는 기존 PIB Amine (polyisobutylene amine)을 기제로 한 첨가제 기술에서 PEA(polyetheramine)을 기제로 한 첨가제 기술로 옮겨가고 있다. 이에 대해 여기서 간략하게 검토하기로 한다.

1) 연소실퇴적물(CCD)청정성능
현재 몇몇 첨가제 회사만이 연
소실내부를 청정시킬 수 있는 기술을 가지고 있으며, 이런 첨가제



〈그림 1〉 5세대 첨가제에 의한 연소실 퇴적물 청정효과(Ricardo 실험결과)



〈그림 2〉 GM 3.1리터 모드에 의한 소나타 2.0L엔진의 연소실 퇴적물 청정효과(S사 실험결과)

〈표1〉 Types of Additive Chemistry

Generation	Chemistry
Generation 1	PIB-Amine base
Generation 2	PIB-Succinimide base
Generation 3 / 3+	Narrow cut / Specially designed PIB-Amine base or typical Polyetheramine base
Generation 4	Narrow cut Polyetheramine base
Generation 5	Specially designed Polyetheramine base

를 보통 4세대 혹은 5세대 첨가제라고 부른다. 연소실 퇴적물 청정성능은 다양한 시험 및 독립적인 시험 전문 기관인 영국 소재 Ricardo에서 수행한 결과 등으로 알 수 있다. (〈그림1〉, 〈그림2〉 참조)

2) 첨가제의 화학성분

첨가제의 화학성분도 연소실 퇴적물의 청정성능을 판단할 수 있는 중요한 척도이다. 현재 연소실내 청정성을 위해서는 여러가지 화학성분을 기초로 한 청정제 중에서 PEA라는 화학성분을 기초로 한 청정제가 가장 우수하다는 것이 SAE meeting 및 각종 논문을 통해 알려져 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 대부분의 3세대 첨가제의 화학적 성분은 PIB Amine으로 구성되어 있다.

PIB Amine을 기제로 한 첨가제는 연소실의 퇴적물 형성에 Positive한 영향을 미치기 때문에 현재 요구되고 있는 엔진 청정 기술에 미치지 못하여 연소실 퇴적물을 최소화할 수 있는 PEA를 기제로 한 청정제를 사용하는 추세로 바뀌고 있다. 참고로 세대구분별로 사용되는 첨가제 화학적 성분은 〈표1〉과 같다.

3) ORI(Octane Requirement Increase) 감소성능

자동차를 오래 사용하게 되면 연료의 옥탄가를 증가시켜 주어야 할 필요가 있다. 이것을 요구 옥탄증가(ORI)라고 한다. ORI 성능은 세대구분을 위한 또 하나의 중요한 척도가 된다. 자동차 엔진에서의 ORI를 감소시키기 위해서는 엔진내부의 연료 공급 시스템에서의 퇴적물 즉, 흡기 밸브 퇴적물(IVD) 및 연소실 퇴적물(CCD)등을 제거하는 성능의 첨가제를 사용해야 가능해진다.

연소실 퇴적물이 ORI에 미치는 영향은 약60~65%정도이고, 흡기밸브 퇴적물이 미치는 영향

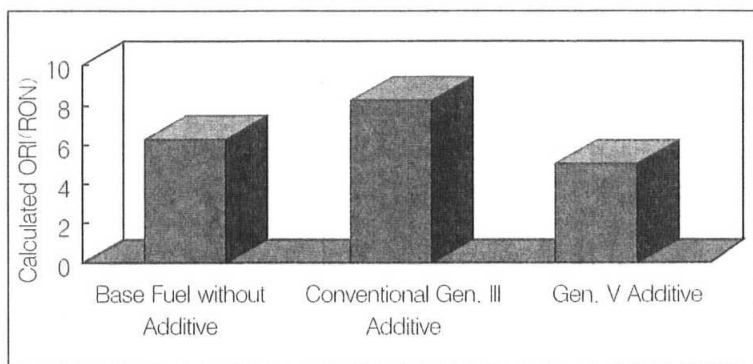
은 약 35~40%정도로 알려져 있다. 이것은 3세대 첨가제가 흡기 밸브 퇴적물을 청정 시킨 후 잔여물이 연소실에 그대로 옮겨져 연소되지 않은 채 침적되어 더 많은 연소실 퇴적물로 쌓이게 되는 것을 나타내 준다. 이것은 PIB Amine 기제로 된 기존의 첨가제의 바람직하지 않은 역기능의 하나이다.

그러나 일부 우수한 첨가제사의 특수하게 디자인되어 있는 PEA 기제의 제5세대 첨가제는 흡기밸브 퇴적물의 세척뿐만 아니라 연소실에서 퇴적물을 완전 연소시키게하는 기능을 가지고 있다. 이렇게 흡기밸브 퇴적물과 연소실 퇴적물을 함께 세척함으로써, ORI를 현저히 낮출 수가 있다.

〈그림 3〉에 첨가제를 사용하지 않은 기존연료, 기존의 3세대 첨가제를 사용한 연료 그리고 5세대 첨가제를 사용한 연료의 ORI 감소성능을 보여 주고 있다.

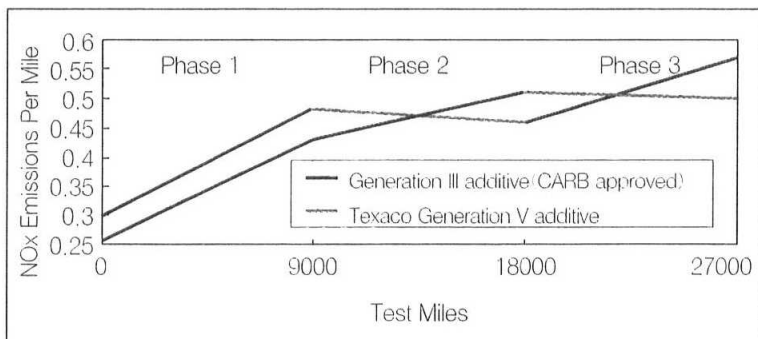
4) NOx 배출저감

자동차 배출가스로 생성되는

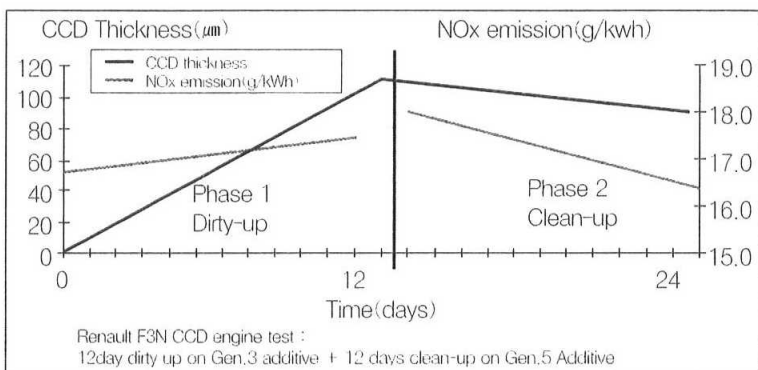


〈그림 3〉 첨가제 종류에 따른 ORI성능

(참고. SMOG = ozone + NOx + peroxyacetyl nitrate + peroxide + aldehyde)



〈그림 4〉 첨가제 종류에 따른 NOx 배출저감 효과



〈그림 5〉 연소실 퇴적물과 NOx 배출과의 관계

NOx는 스모그의 발생 원인으로 인체에 매우 유해하며 또한 선진국에서는 주요 환경공해요인의 하나로 삼고 있다. NOx 배출은 연소실 퇴적물을 제거함으로써 현저히 감소시킬 수 있다. 그러나 일부 우수한 첨가제만이 NOx 배출을 저감시킬 수 있다. 기존의 첨가제는 CO, HC, 그리고 기타 배출가스를 제어할 수 있으며, 일부 4세대 첨가제가 NOx 배출을 중립적으로 제어할 수 있는 기능이 있다. 제 5세대 첨가제가 첨가

되어 있는 가솔린은 흡기밸브 퇴적물의 제어와 함께 HC와 CO를 감소시키는 3세대 첨가제가 첨가되어 있는 가솔린에 비하여 HC 및 CO 배출은 물론 NOx 배출을 20%이상 더 감소시킬 수 있다고 보고되어 있다. 현저한 NOx 배출 저감의 성능은 T사 제품만이 이미 정부로부터 NOx credit을 부여 받고 있다. 즉, 제 5세대 첨가제만이 NOx 배출을 최소 20% 정도 감소시킬 수 있다고 보고되어 있다. (〈그림 4〉, 〈그림 5〉 참조)

2. 맺음말

자동차의 연료를 완전 연소시키고 유해배출가스의 저감을 위해서는 연료의 주입, 연소 배기 과정의 경로를 엔진 제작시의 상태로 깨끗하게 유지시킬 필요가 있다. 이를 위해서는 PEA를 기제로 한 5세대 첨가제를 사용하게 되면 가능해 질 것으로 판단된다.

참고문헌

1. World wide fuel Charter, December 1998.
 2. Owen K. Coley T : Automotive Fuels Reference Book. SAE Inc. 1990.
 3. Charles E. Richardson, et al "Evaluation of effect of Fuel Composition and Gasoline additives on Combustion Chamber Deposits.", SAE Paper 962012.
 4. Clean System # Specifications, Texaco Brochure, 1994.
 5. M.J. Papachristos et al, "Fully synthetic additive packages to meet the needs of the 90's " SAE paper 932809.
 6. D.V. Swaynos, " Additives improve engine performance and reduce Emission" AICHE meeting in Houston April 1993.
- 〈(주)CSM주홍량: csmco@shinbico.com〉