

디젤 機關의 Emission Control

임 준 효

(美 GMC Technical Center)

※ 이 보고서는 한국 자동차공업 협동조합 미주 주재원 장진식 부장이 미국 체류시 입수한 정보로써 “재미 자동차산업인협회(KPAI)”와 “재미 한국과학기술자협회(KSEA)”가 공동으로 주최한 세미나에서 발표된 내용임을 소개합니다.

서론

1973년의 에너지 위기 이후부터 미국 자동차 생산업계의 특징을 두 마디로 크게 표현한다면 그것은 down-sizing과 dieselization을 들 수 있습니다. 따라서 에너지의 부족과 상승하는 가격 때문에 가솔린 엔진을 대체할 alternative power plant가 논의되고 있어 가스터빈, 스테어링엔진, 電氣自動車 등 여러가지가 대두되고 있으나 기술과 실용성 그리고 경제적인 면에서 불행 가장 확실시 되고 있는 것이 디젤엔진인 것입니다. 많은 수의 디젤차량이 사용됨에 따라서 디젤 emission이 사회적인 문제로 대두되고 있으므로 이 기회에 디젤 emission의 문제점과 정부의 규제조치 그리고 emission control technology를 고찰해 보겠습니다.

1. 디젤과 가솔린 엔진의 비교

디젤 엔진(compression-ignition)은 가솔린엔진(spark-ignition)에 비하여 크고 무겁고 값도 약 \$600 이상 더 비싸며, 엔진의 소음도 더 크고 driving의 response도 좋지 않으며 추운 날씨에는 시동도 잘 안되고 엔진오일도 자주 갈아야 하는 불편의 단점이 있습니다.

한편 장점으로는 값이 싼 디젤 연료를 쓰고, 에너지 효율이 가솔린 엔진에 비하여 20~35%가 높아서 연료사용이 경제적인 것입니다. 또한 디젤 emission도 가솔린에 비하여 一酸化炭素와 炭化水素에 있어서는 우수한 편이나 NO_x와 디젤 particulates(soots)에 있어서는 큰 문제가 있습니다. 즉 디젤차는 catalytic converter가 장치된 가솔린차 보다는 30~50배, converter가 없는 가솔린차 보다는 60~100배의 particulates(분말)를 뿜어 내고 있습니다.

2. 디젤 emission의 문제

최근 디젤 엔진의 수요는 세계적으로 급증하게 되었습니다. 오일값이 비싸고 산업화된 국가일수록 디젤의 사용도는 높은 것입니다. 버스, 트럭은 물론 승용차에서도 디젤이 많이 사용되고 있습니다. 미국의 경우 디젤차의 시장 점유율이 1980년에는 불과 4% 정도였으나, 1982년에는 15%, 1985년에는 27%로 예측되고 있습니다. 이같이 급성장하는 디젤의 사용은 大氣의 質을 퇴보시키게 되었습니다. 디젤차의 수가 미국 전차량의 10~15%(즉 1.2~1.8천만대)이고 차 한대가 0.6g/mile의 diesel soots를 배출

한다고 가정하면, 대기에 떠 있는 분말, 즉 TSP (total suspended particulate) 는 1년에 80~120×10⁸MT가 될 것이며, 이 전체량의 60%가 인구가 밀집한 도시에 집중될 것이라고 계산하고 있습니다. 이 계산에 의하면 Newyork, L.A 의 도시는 TSP가 10~15μg/m³가 되고 다른 도시는 2~5 μg/m³이 될 것입니다. 급격히 회복되는 大氣 質을 방지하기 위해서는 디젤 emission standard의 규정이 필요하게 된 것입니다.

3. 디젤 emission standard

디젤 emission에서 문제가 되는 것은 NO_x와 particulate (soot) 라고 앞에서 말씀드린 바가 있습니다만 NO_x는 1981년부터 1.0g/mile로 정했으나 도저히 목표달성이 어려울 것으로 생각되어 1984년까지 1.5g/mile로 완화되었는데 현 자동차 공업의 칠패와 원유수입등을 고려할때 현재의 수준으로 계속 연장될 것으로 기대되고 있습니다. 지금까지는 EGR (exhaust gas recirculation)을 써서 NO_x의 문제를 해결하고 있으나 EGR이 NO_x를 줄이는 반면 디젤 particulate 를 더 많이 배출하고 있습니다. particulate(soot)는 1982년부터 0.6g/mile로 규제하고 있으나 1985년부터는 0.2g/mile로 확정해 놓았습니다. 현재에 0.6g/mile의 규정은 큰 어려움없이 만족시키고는 있으나 1985년부터 실시될 0.2g/mile이 문제입니다.

Diesel Emission Standards

1) NO _x			
Original	1.0 g/mile	By 1981	
Waiver	1.5 g/mile	1981 - 1984	
New	?	1985 -	
2) Particulate			
Diesel car	0.6 g/mile	1982 - 1984	
	(0.37 g/km)		
Diesel truck	0.2 g/mile	1985 -	
	(0.12 g/km)		
Diesel truck	0.26 g/mile	1985	

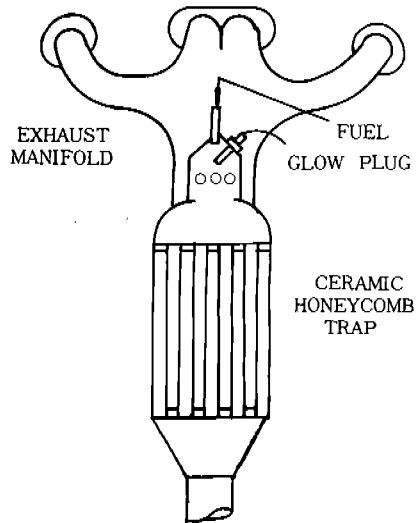
4. 디젤 emission control

디젤 emission control을 위해서 병행되고 있는 방법은 다양하지만 크게 나누면 다음과 같습니다.

- 가. 엔진 燃燒系統의 개조
- 나. 새로운 종류의 디젤 연료 개발
- 다. 배출가스의 처리등 입니다.

엔진 燃燒系統의 개조 및 개발을 위해서 연구되는 분야는 engine combustion-chamber design; turbo-charge; exuanst gas recirculation(EGR); fuel injection with computer - controlled timing 등입니다. 새로운 디젤 연료를 사용하면 디젤 soot의 배출을 줄일 수 있습니다. 즉 디젤 연료에 들어 있는 aromatic을 줄이면 40% 이상의 디젤 soot의 배출을 줄일 수도 있으며 alcohol을 디젤에 혼합하여 쓰면 어느 정도 디젤 soot의 배출이 줄어들며, fuel additive를 디젤유에 쓰면 soot배출이 감소한다는 주장도 있습니다.

끝으로 배출가스의 처리방법을 들 수 있는데 가장 효과적으로 대두되고 있는 것은 trap-oxidizer입니다. 이것은 배출가스중의 particulate를



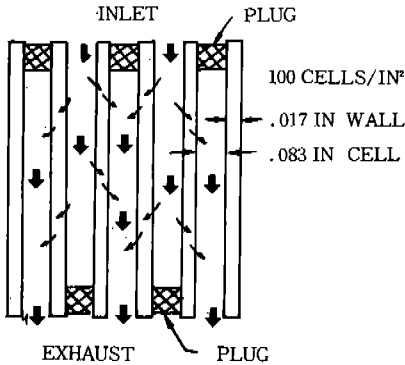
Schematic of exhaust-fed burner regeneration system.

여과기를 써서 걸러서 배출가스중의 soot 를 제거하며 수집된 soot 는 연소시키고 여과기를 재생시켜서 다시 쓰는(regeneration)방법 입니다.

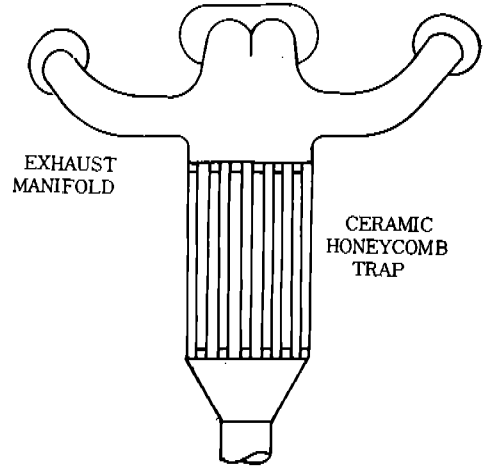
디젤 soot의 주성분이 炭素粒子이기 때문에 온도가 높고 산소가 있으면 산화가 가능합니다. 그러나 디젤차의 排氣溫度(250℃ 정도)가 炭素發火溫度(600℃)보다 낮기 때문에 trap-oxidizer를 쓰기 위해서는 즉 filter regeneration을 위해서 버어너를 사용해야 합니다. 또한 버어너의 control이 복잡하여 trap-oxidizer의 가격이 차한 대당 \$500 이상으로 예상되기 때문에 실용성은 희박합니다.

최근 개발되고 있는 것으로는 trap-oxidizer이 지마는 버어너를 쓰지 않고 촉매의 원리를 쓰는 방법이 있는데 이것이 개발 사용될 경우 1985년 부터 실시될 0.2g/mile의 디젤 particulate의 standard는 해결될 것으로 기대됩니다.

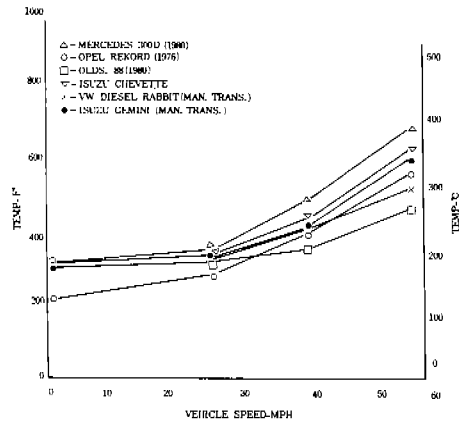
- ※ 참고 Diesel particulate trap requirement.
- Collection efficiency adequate for 2 g/mile (80% for A 3500LB. inertia weight vehicle)
 - Low pressure drop to ensure minimum loss in fuel economy and performance.
 - Low pressure rise rate.
 - Minimum volume for packaging.
 - High temperature capability to withstand regeneration (Particulate Oxidation)
 - Extended durability.



Schematic of a ceramic honeycomb particulate trap.



An example of the packaging of a 119 in³ honeycomb trap on a 4-cylinder Diesel engine.



Exhaust Manifold Temperature Comparison

결론

디젤 엔진은 에너지와 경제성을 고려할때 더 많이 사용되어야 합니다.

그러나 디젤 particulate의 대기오염 문제가 심각하므로 최근 이 문제를 해결할 수 있는 기술이 충분히 개발되어 있고 또 개선되고 있습니다. 그러나 이것을 널리 사용하고 보편화하기 위해서는 국가, 사회적인 차원에서 과감히 추진되어야 할 것입니다.