

ISSUE >>

클린디젤 자동차의 EUO-6 환경 규제가 주는 시사점



이 천 환

자동차부품연구원 광주전남본부장

친환경 자동차 디젤

자동차가 만들어져 일상 생활에 사용된 지 100여년의 시간이 흐르면서, 현대 사회에서는 자동차가 단순 운송수단 뿐만 아니라 여가와 문화 등 생활 전반에 중요한 자리를 차지하고 있다. 그러나 자동차의 급속 보급에 따라 에너지 소비 및 환경 문제가 거론될 때 가장 먼저 언급되는 대표적인 산업 분야 중의 하나가 자동차이기도 하다.

국내의 경우 에너지를 대부분 외국으로부터 수입하고 급속한 산업화에 따른 대기환경 문제로 자동차 분야의 환경문제는 큰 이슈중의 하나이며, 특히 최근에는 환경적 산업적 측면에서 디젤자동차가 큰 관심을 받고 있다.

디젤엔진은 지금으로부터 약 120여년전 독일의 Rudolf Diesel이 발명하여 특허를 획득한 이후 우수한 연소특성으로 많은 산업분야에 적용되어 지금까지 활용되고 있다. 특히 압축착화 방식의 디젤엔진은 불꽃점화기관(가솔린, LPG, CNG 엔진 등)보다 연료소비효율이 20~30% 이상 우수하여 연비 및 이산화탄소 규제가 강화되는 요즘 일본 미국 등 선진 각국이 보급 활

성화에 노력을 기울이고 있다.

디젤엔진은 높은 에너지 효율과 추진력이 장점인 반면 기관의 특성상 필연적으로 큰 소음과 진동을 동반하였으며, 매년 또한 다른 자동차에 비해 많이 배출되어 시각적 거부감 등을 불러와 오랜기간 동안 대기환경오염의 주범으로 인식되어 온게 사실이다.

그러나 디젤 자동차는 각국이 강력한 환경규제와 이에 대응하는 꾸준한 기술발전으로 더 이상 과거와는 다른 친환경 자동차로 자리매김하였다. 이와 같은 이유로 선진국에서는 디젤차의 보급에 있어 가장 큰 장애요인이 기술적인 면보다 소비자의 막연한 부정적인 이미지 때문이라 판단하고 클린디젤이라는 용어를 사용하기 시작하였다. 즉, 클린디젤자동차는 과거 디젤 자동차가 가지고 있던 시끄럽고 매연이 많이 나오던 그런 차가 아닌 청정성과 높은 연비, 다이내믹한 운전 특성을 가지고 있는 친환경 자동차를 의미한다.



클린디젤 자동차의 기술발전

디젤엔진의 경우 질소산화물(NOx)과 입자상물질(PM, Particle Matter)이 상대적으로 많이 배출된다. 질소산화물은 엔진 내부에서 연료가 공기와 만나 연소되는 과정에서 공기속에 포함된 질소가 높은 온도 조건에서 산소와 만나 만들어지는 물질로 광학스모그 등의 원인이다. 휘발유, 경유, 알콜, 천연가스 등 화석연료를 사용하는 모든 엔진에서는 필연적으로 발생한다. NOx는 이러한 연료를 사용하여 발생하는 질소산화물을 총칭하는 물질이다.

PM 또한 화석 연료가 연소되는 과정에서 미처 다 타지 못한 일부 탄소들이 뭉쳐서 만들어지는 물질로 과거 자동차들이 경사가 높은 언덕 등을 힘겹게 올라갈 때 배기관에서 시커멓게 배출되는 물질로 흔히 매연이라고 일컫었던 물질이다. 보통 PM의 크기는 직경이 나노 미터부터 마이크로 미터까지 다양하게 분포되어 있다.

디젤엔진은 연료가 실린더내에서 연소되는 원리상 NOx 와 PM을 동시에 저감하는데 어려움이 많다. 그래서 오래전부터 많은 자동차 기술자들이 NOx와 PM을 동시에 저감하는 기술개발에 많은 노력을 하였다. 이러한 기술개발의 결과로 지금은 거의 모든 디젤자동차에 기본적으로 장착되는 매연저감장치(DPF, Diesel Particulate Filter)가 PM을 90% 이상 제거하여 어떠한 경우에도 시커먼 매연을 배출하지는 않는다.

NOx 또한 EGR(Exhaust Gas Recirculate), SCR(Selective Catalytic Reduction), LNT(Lean NOx Trap)시스템 등의 첨단 부품들이 개발 장착되어 엔진으로 부터 발생하는 유해물질을 획기적으로 제거하여 대기중에 배출되도록 자동차가 만들어지고 있다. 더 이상 과거 환경 오염의 주범이라는 오명과는 거리가 멀다.

───
 "디젤자동차는 과거 시끄럽고 저
 저분한 이미지에서 강력한 배기
 규제를 통해 지금은 이러한 부정
 적 이미지가 완전히 탈피된 클린
 디젤엔진으로 발전하였다."
 ───

〈디젤승용차의 배출가스 규제〉

Stage	Date	CO	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km				#/km
Euro 1	1992.07	2.72	0.97	—	0.14	—
Euro 2	1996.01	1.0	0.9	—	0.10	—
Euro 3	2000.01	0.64	0.56	0.50	0.05	—
Euro 4	2005.01	0.50	0.30	0.25	0.02	—
Euro 5	2011.09	0.50	0.23	0.18	0.005	6.0×10 ¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	0.17	0.08	0.005	6.0×10 ¹¹

표는 디젤자동차의 단계별 배출가스 규제와 적용시기이다. 1992년 처음 EURO-1이 적용된 이래 평균 4년 주기로 배출가스 규제는 강화되었으며, 2014년 9월부터 가장 엄격한 EURO-6규제가 시작된다. 표에서도 알 수 있듯이 EURO-3까지는 PM에 대한 규제가 엄격하지 않다가 EURO-4규제부터 규제가 강화되어 매연저감장치(DPF)가 장착되기 시작하였다. 그러나 도로에서는 이미 그전에 판매된 디젤차량들이 여전히 많아 언덕을 올라갈때나 급가속을 할 경우 시커먼 매연을 다량 배출하는 경우가 많아 여전히 디젤에 대한 부정적인 사고가 존재하였다. 매연저감장치(DPF)의 장착은 단순 차량의 청정화뿐만 아니라 국내 정유업계에도 많은 변화를 가져와 이때부터 경유에 포함된 황함유량이 30ppm이하의 초저유황연료가 보급되어 자동차를 비롯한 산업에 사용되는 대부분의 디젤엔진들은 획기적인 청정화의 시작이 되었다.

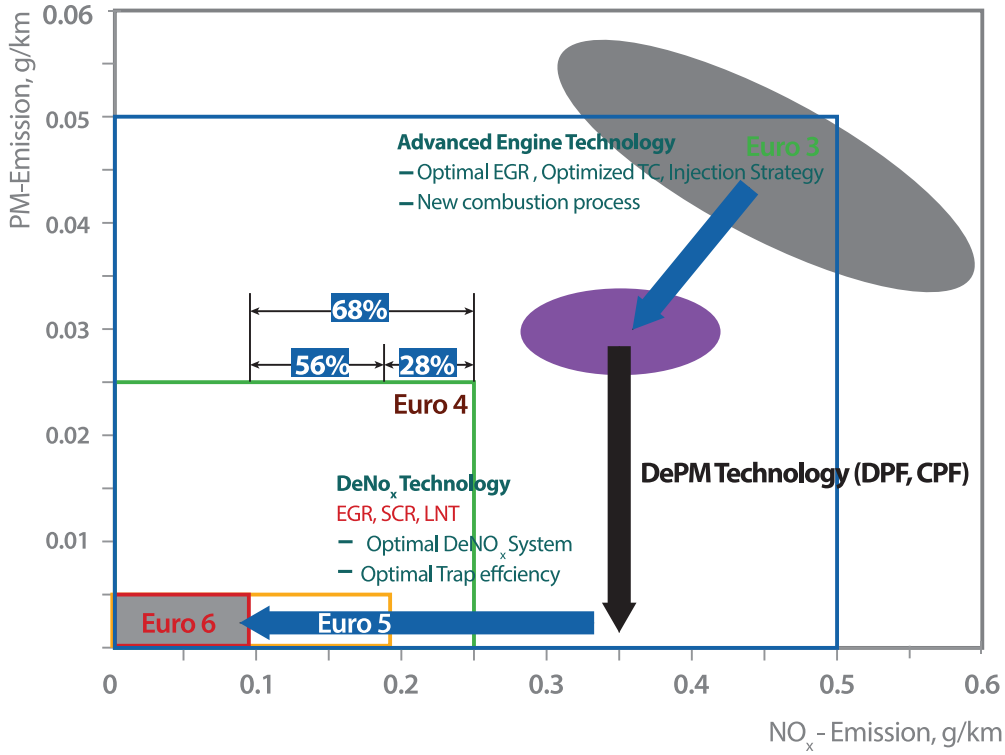
이후 EURO-5부터는 커먼레일(CRD) 등의 사용으로 디젤엔진에서 배출되는 PM의 입자가 나노크기로 작아져 인체에 미치는 영향이 더 커지는 문제 등이 발생함에 따라 국제적으로 나노

입자의 배출 갯수를 규제하게 되었다. 즉, 차량이 1km주행하는데 배출되는 나노입자의 갯수를 6X 10¹¹개로 제한하는 규제가 시작된 것이다. 디젤 차량에서 배출되는 PM의 전체 무게도 0.005g/km로 EURO-4 규제에서는 80% 이상, 엔진으로부터는 98%이상 정화가 되어 오히려 가솔린이나 CNG차량 보다는 더 적게 배출되고 있는 상황이며, 가솔린이나 CNG차량 등의 불꽃점화 엔진이 적용된 차량들도 PM규제가 EURO-5부터 적용되어 현재는 가솔린, CNG, 디젤 등 어떠한 연료를 사용하든지 PM 배출수준은 거의 동일하다.

PM의 경우 EURO-5 규제부터는 더 이상 정화가 의미가 없거나 기술적 한계에 다다라 EURO-6에서는 EURO-5와 동일한 수준의 규제가 적용된다.

디젤엔진에서의 NOx 배출은 엔진의 특성상 타 엔진에 비해 다량 배출되는 특성이 있다. 높은 효율의 엔진일수록 NOx가 많이 배출되는 근본적인 특성상 장점이자 단점이 되는 부분이다. 그러나 EURO-3부터 NOx 규제가 시작되면서 EGR밸브 등의 부품들이 적용되어 엔진의 최적화 등으로EURO-5까지는 큰 어

[그림] 배출가스 규제 및 대응 기술



려움 없이 규제를 만족하였다. 그러나 EURO-5까지의 NOx 배출값은 여전히 CNG나 가솔린 엔진(60g/km)에 비해 3배 이상 많이 배출 되었다(디젤 : 180g/km). 그러나 EURO-6규제에서는 EURO-4엔진대비 68% 이상 정화를 요구하여(80g/km) 가솔린이나 CNG엔진의 60g/km와 거의 동등 수준의 기준이 적용된다. 최근 엔진 기술 뿐만 아니라 각종 후처리 시스템의 개발 및 기술 발전으로 EURO-6 NOx 규제를 만족하는 데는 큰 어려움 없이 달성이 가능하다. 다만 제작사 입장에서는 우수한 디젤차의 연비를 손해보지 않으며, NOx 규제를 만족하는 방향으로 기술개발에 집중하여 최근 모든 기술개발을 완료하여 출시 준비중이다.

그림은 배출가스 규제와 이에 대응 하기 위한 적용기술을 표현한 것이다. 그림에서 볼수 있듯이 초창기에는 규제가 주로 PM저감에 중점을 두었는데 매연저감필터(DPF)가 개발되고 이후 기술발전이 이루어져 현재는 확실한 매연저감장치로 자리잡고 있으며, 거의 대부분의 디젤엔진에 기본으로 장착된다. EURO-5부터는 주로 NOx 저감에 중점을 두고 규제가 강화

되어 EURO-6에 다다라서는 가솔린이나 CNG와 동등 수준으로 규제가 시작된다.

디젤, 지구온난화 문제를 해결하다

디젤자동차는 과거 시끄럽고 지저분한 이미지에서 강력한 배기규제를 통해 지금은 이러한 부정적 이미지가 완전히 탈피된 클린디젤엔진으로 발전하였다. EURO-6규제가 시작되면서 더 이상 가솔린이나 CNG엔진 보다 유해한 배출물이 더 많이 발생하지 않는다. 반면 최근 각국은 유해물질과 함께 에너지고갈과 지구온난화 문제로 연비와 CO₂ 규제가 강화되고 있는데 클린 디젤자동차는 가솔린이나 CNG보다 연비와 이산화탄소 배출 측면에서 20~30% 이상 우수하다. 즉, 유해배출가스는 EURO-6가 시작되면서 가솔린이나 CNG와 동등 수준이 되었으며, 연비나 CO₂ 는 상대적으로 우수한 특성을 가지고 있어 새롭게 대두되는 지구온난화 환경 규제에 가장 효과적으로 대응 가능한 친환경자동차이다. ◆