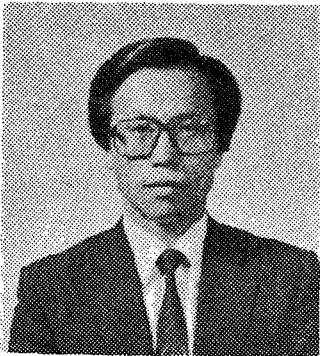


디젤自動車煤煙防止技術^①



국립환경연구원 자동차공해 담당관
技術士 조 감 래

I. 서 론

우리나라는 그간 5회에 걸친 經濟開發 5개년계획의 성공적인 달성으로 산업이 발달되고 국민생활 수준이 향상됨에 따라 자동차의 수요는 급격히 증가되어 1970년에 십여 만대에 불과하였던 자동차가 백만대를 돌파한지도 벌써 오래전 일이다.

특히 최근의 石油價下落과 자동차의 燃費向上은 물론 자동차 모델의 다양화로 자동차의 소유욕구는 증가하고 있으며 1987. 7.1부터 자동차 排出가스의 엄격한 규제와 국산 자동차의 미국시장 진출, 외국자동차의 수입자유화 등은 국

내 자동차의 수요증가를 크게 부채질 하여 우리나라의 자동차보유대수는 크게 증가될 전망이다. 이와같은 자동차의 급격한 증가는 대도시에 있어서 大氣汚染을 유발시키며 특히 디젤자동차의 保有比率이 약 50%인 우리나라에 있어서는 매연과 질소산화물의 배출이 많고 알데히드류와 같은 惡臭物質은 물론 發癌物質인 벤조피렌과 같은 多環芳香族炭化水素를 포함한 많은종류의 有害物質의 배출이 예상된다.

우리나라는 1980년 신규제작자동차의 배출가스 규제를 실시한 후 규제기준을 단계적으로 강화하여 휘발유자동차에 있어서는 1987. 7.1부터 현 일본, 미국과 같은 수준으로 배출가스 규제를 강화함으로써 세계에서 세번째로 자동차 배출가스 규제 강화국이 되었으며 국내 자동차 회사에서는 이 규제기준에 적합한 자동차 생산을 위하여 박차를 가하고 있으며 일부 자동차회사에서는 이미 미국 시장에 국산자동차를 수출하여 큰 호평을 받고 있다는 것은 다 잘 아는 사실이다.

그러나 많은 보유비율을 갖고 있는 디젤자동차에 대해서는 아직 배출가스 방지기술이 휘발유자동차에 비하여 미흡할 뿐만 아니라 일일 주행거리의 과다, 과속운행, 일부 정비부품의 품질불량 및 무리한 운전 등의 사유로 운행중인

자동차에서 매연 등 유해물질의 배출이 많다. 그러므로 디젤자동차배출가스의 단계적인 규제강화는 물론 운행 중인 자동차의 오염물질 방지대책이 시급한 과제이다.

여기서는 디젤자동차에서 많이 배출되는 매연 등 입자상물질을 방지하기 위한 기술의 하나로써 신규제작 자동차는 물론 운행중인 자동차에도 활용할 수 있는 매연 後處理技術에 대하여 記述하고자 한다.

II. 디젤자동차 배출가스 규제 및 방지기술 개발동향

自動車排出가스 방지기술의 개발은 적용되는 規制基準에 따라 다르다. 즉 자동차배출가스 방지기술이 成熟段階에 도달한 휘발유자동차에 있어서 볼 수 있는 바와같이 초창기에는 자동차의 出力 및 安全度에 중점을 두었으나 자동차의 증가로 자동차배출가스에 의한 대기오염이 문제시되자 자동차배출가스 방지기술 개발에 역점을 두게 되었다.

배출가스규제가 실시된 초창기에는 엔진개량에 의하여 오염물질을 저감시킬 수 있었다. 그러나 배출가스 규제가 더 엄격하게 되자 엔진개량 기술만으로는 목표달성이 어렵게 되자 엔진으로부터 배출되는 오염물질을 배기관을 통하여 대기중으로 배출되기 전에 오염물질을 淨化시킬 수 있는 淨化장치를 부착함으로써 오염물질의 배출을 획기적으로 저감시킬 수 있게 되었다.

디젤자동차에 있어서도 1970년도에 미국에서 최초로 매연을 규제하기 시작하여 매연방지 기술개발에 주력하여 왔으나 최근 질소산화물의 규제가 점점 강화됨에 따라 디젤자동차 배출가스 防止技術開發이 본격적으로 추진되고 있다.

디젤자동차 배출가스중 일산화탄소(CO)와 탄화수소(HC)는 연소시 충분한 산소의 존재하에서 연소되기 때문에 배출량이 휘발유자동차에 비하여 아주 적어 문제시되지 않으나 질소산화물(NO_x)과 매연은 가장 문제시되는 오염물질이다. NO_x와 매연은 그 생성원리상 서로 상반되는 관계에 있으므로 NO_x의 저감대책은 매연의 증가를 초래하게 되므로 매연을 증가시키지 않고 또는 매연을 함께 저감시키면서 NO_x를 감소시킨다는 것은 여간 어려운 일이 아니다.

여기서는 우리나라를 비롯 일본, 미국에 있어서 디젤자동차배출가스 규제와 방지기술 개발동향에 대하여 살펴보고자 한다.

2.1. 韓國

1978.7.1 環境保全法 施行令이 公布되면서 1979.7.1부터 운행중인 자동차의 매연이 규제되었으며 신규제작 자동차에 대해서는 1981.1.1부터 규제가 시작되었다. 그 후 1984.7.1부터는 매연에 추가하여 CO, HC, NO_x가 規制되었으며 1988.1.1부터는 NO_x 규제가 강화될 것이다. <表1>.

<표-1>에서 볼 수 있는 바와 같이 매연의 규제치는 50%로 유지하면서 NO_x 규제를 단계적으로

<표 1> 한국의 디젤자동차 배출가스 규제 경위

연 도	측 정 방 법	허 용 기 준				비 고
		CO(ppm)	HC(ppm)	NO _x (ppm)	매 연 (%)	
1979. 7.1	무부하급가속시험	-	-	-	50	운행중인차
1981. 1.1	전부하시험	-	-	-	50	신규제작차
1984. 7.1	6모드시험 및 전부하시험	980	670	1000 (DI) 590 (IDI)	50	"
1988. 1.1	"	980	670	850 (DI) 450 (IDI)	50	"

로 강화하기 위해서는 연소실형상 개량, 연료분사시기지연, 연료분사계통 개량 및 흡기계 개량 등 엔진내에서의 오염물질 방지기술을 개발하고 있다. 연소실형상에는 피스톤 헤드의 오목한 곳에 연소실을 형성하고 연료를 직접 실린더로 분사시키는 直接噴射式(DI: direct injection)과 피스톤 헤드의 主燃室 外에 다른 연소실(副室)이 있어 이 두 개의 연소실을 적은 連絡孔으로 연결하고 있는 副室式(IDI: in direct injection)이 있다. 副室式은 연료의 25~35%를 豫燃室에서 연소시키고 남은 연료는 연소가스의 팽창력에 의해서 주연소실에 분출시켜 본격적으로 연소시키는 豫燃室式(Pre-Combustion)과 壓縮體積의 50% 이상을 球狀 또는 圓筒狀의 過流室에 보내어 壓縮行程에서 강력한 過流를 만들어 연료의 일부를 와류실에서 연소시키고 나머지를 주연소실에서 연소시키는 過流室式(Swirl Combustion)이 있다.

副室式은 일반적으로 小型高速디젤 기관에 많이 사용하며 주연소실 내에서 연소가 비교적 완만히 일어나 압력상승율이 낮고 최대압력, 최고온도가 낮으며 공기의 이용율이 높아 NO_x의 생성이 적고 소음도 적으나 燃費가 악화되고 매

연도 증가하는 경향이 있다.

연료분사시기의 지연은 NO_x의 발생을 감소시키고 특히 직접분사식에 있어서는 그 효과가 크기 때문에 디젤기관의 배출가스 방지기술 중에서 많은 연구가 되고 있다. 그러나 분산시기의 지연에 의한 燃料消費率 악화, 출력저하, CO 및 HC배출량증가 등의 악영향이 발생하므로 이에대한 많은 연구가 추진되고 있다.

燃料噴射系를 개선하여 연료분사율(단위 시간당 연료분사량)을 높이면 NO_x는 약간 증가하지만 분사시기지연에 의해 발생하는 열효율의 저하 매연 및 HC의 증가를 개선하는 효과가 있어 연료분사계 개선에 대한 많은 연구를 하고 있다.

흡기계의 개선으로는 연소실 내에서 연료와 공기의 혼합을 촉진시키기 위한 吸氣 Swirl의 개선, 吸入空氣를 대폭 증가시키기 위한 過給機(배기가스량에 비례하여 흡입공기를 연소실 내에 도입하는 장치)사용 등을 실시하고 있으며 우리나라에서는 대형트럭에 이 장치를 사용하므로써 출력을 증대시키고 매연을 감소시키고 있다.

이상과 같은 연구는 1988.1.1부터 시행 예정

< 표 2 > 일본의 디젤자동차 배출가스 규제 경위

연 도	측 정 방 법	허 용 기 준				비 고
		CO(ppm)	HC(ppm)	NO _x (ppm)	매 연(%)	
1972. 1	전부하시험	-	-	-	50	신규제작차
1974. 9	디젤 6 모드	980	670	1000 (DI) 590 (IDI)	50	"
1975. 1	무부하급가속시험	-	-	-	50	운행중인차
1977. 8	디젤 6 모드	980	670	850 (DI) 500 (IDI)	50	신규제작차
1979. 4	"	980	670	700 (DI) 450 (IDI)	50	"
1982. 1	"	980	670	700 (DI) 390 (IDI)	50	"
1983. 8	"	980	670	610 (DI) 390 (DI)	50	"
1986. 10	10 모드	2.7 g/km	0.62 g/km	0.98 g/km	50	승 용 차

인 디젤자동차 배출가스 규제를 만족시키기 위하여 연구가 되고 있는 기술들이다.

2.2. 日本

일본의 디젤자동차 배출가스 규제는 1972. 7.1 부터 신규제작자동차의 매연 규제이며 1974 9.1 부터 CO, HC, NO_x를 규제하고 1975.1.1 부터는 운행중인 자동차의 매연을 규제하기 시작하였다. 그 후 <표-2>에서 볼 수 있는 바와 같이 NO_x 규제를 계속 강화하여 왔으며 1986. 10 부터 디젤승용차의 배출가스농도를 濃度規制(ppm 단위)에서 重量規制(g/cm 단위)로 실시하였다.

<표-2>에서 볼 수 있는 바와 같이 일본에서는 1972년과 1974년에 매연 및 배출가스를 규제하기 시작한 이래 매연 및 CO, HC의 기준은 변함없이 NO_x만을 연차적으로 강화시키고 있다. 그러므로 디젤자동차의 배출가스 방지기술의 개발은 다른 오염물질의 배출을 증가시키지 않고 연비를 저하시키지 않는 범위 내에서 NO_x를 저감시키는 기술에 대하여 중점적으로 연구가 추진되고 있다. 물론 일본 자동차업계는 미국에 디젤자동차도 수출하고 있으므로 미국의 엄격한 디젤자동차 배출가스 규제를 만족시키기 위한 연구도 계속하고 있다. 또한 일본에서는 대체연료 사용에 따른 오염물질 저감기술을 많이 연구하고 있으며 연료개질에 의한 디젤자동차 배출가스 저감기술도 많이 연구하고 있다.

2.3. 美國

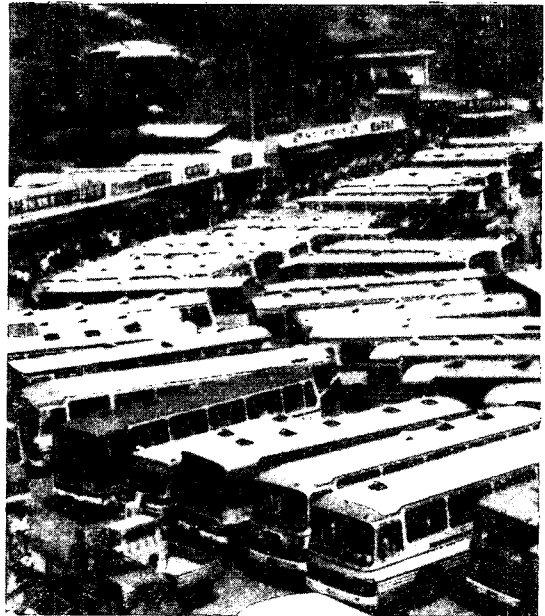
1) 디젤자동차 배출가스 및 매연규제 추이

미국에 있어서 디젤자동차 배출가스 규제는 크게 두 가지로 나누어 생각할 수 있다. 즉 휘발유 자동차와 동일한 배출가스 규제기준을 정하고 있는 승용차(passenger cars) 및 소형트럭(light duty truck)의 배출가스 규제기준과 대형자동차(heavy duty diesel vehicle)의 배출가스 규제기준이다.

경유를 연료로 사용하는 승용차는 <표-3>에서

볼 수 있는 바와 같이 1975년부터 가스상물질인 CO, HC 및 NO_x를 휘발유 자동차와 같은 기준으로 적용하였으며 소형트럭에 있어서는 1976년부터 적용하였다. 이들 가스상물질은 연차적으로 계속 규제기준을 강화하여 왔으며 1982년에는 입자상물질(particulate matter)을 규제하기 시작하였다.

미국에서는 우리와는 달리 승차인원 12인 이하의 승용차 및 차량중량 600Lb 이하의 소형자동차에 대해서는 매연(smoke)을 규제하지 않고 매연을 포함한 전체 입자상물질을 重量濃度(g/mile)로 규제하고 있다.



<표-3>에서 볼 수 있는 바와 같이 경유를 사용하는 승용차의 가스상물질은 1982년 모델부터 CO 3.4g/mile(2.13g/cm), HC 0.41g/mile(0.26g/cm), NO_x 1.0g/mile(0.62g/cm)를 계속 적용하고 있으나 입자상물질은 1982년 모델부터 0.6g/mile(0.375g/cm)로 규제한 후 계속 적용하고 있으며 1987년 모델부터는 0.2g/mile(0.125g/cm)로 강화할 것이다. 소형트럭에 있어서는 1976년 모델부터 가스狀物質의 규제를 실시하였으며 1984년 모델부터 HC 0.80

〈표 3〉 미국의 승용차 및 소형 트럭의 배출가스 허용기준

(unit : g/mile)

연 도	시험 방법	HC		CO		NO _x		입 자 상 물 질	
		승 용 차	소형트럭	승 용 차	소형트럭	승 용 차	소형트럭	승 용 차	소형트럭
1975	CVS-75	1.5	-	15	-	3.1	-	-	-
1976	"	1.5	2.0	15	20	3.1	3.1	-	-
1977	"	1.5	2.0	15	20	2.0	3.1	-	-
1978	"	1.5	2.0	15	20	2.0	3.1	-	-
1979	"	1.5	1.7	15	18	2.0	2.3	-	-
1980	"	0.41	1.7	7.0	18	2.0	2.3	-	-
1981	"	0.41	1.7	3.4	18	1.0	2.3	-	-
1982	"	0.41	1.7	3.4	18	1.0	2.3	0.60	0.60
1983	"	0.41	1.7	3.4	10	1.0	2.3	0.60	0.60
1984~ 1986	"	0.41	0.80	3.4	10	1.0	2.3	0.60	0.60
1987	"	0.41	0.80	3.4	10	1.0	2.3	0.20	0.26
1988 & later	"	0.41	0.80	3.4	10	1.0	1.2	0.20	0.26

〈표 4〉 미국의 대형 디젤자동차의 배출가스 허용기준

연 도	시험 방법	허 용 기 준 (g/b.hp-hr)							
		CO	HC	NO _x	HC+NO _x	Particulate	Smoke		
1970-73	-	-	-	-	-	-	Accel.	40 %	
							Lug.	20 %	
1974-78	13 Mode	40	-	-	16	-	Accel.	20 %	
							Lug.	15 %	
							Peak	50 %	
1979-83	13 Mode	25 25	1.5 -	- -	10 5	-	"		
1984	13 Mode	25 25	1.5 -	- -	10 5	-	"		
	Transient	15.5	1.3	10.7	-	-	"		
	13 Mode	15.5	0.5	9.0	-	-	"		
1985-87	Transient	15.5	1.3	10.7	-	-	"		
1988-90	Transient	15.5	1.3	6.0	-	0.60	"		
1991-93	Transient	15.5	1.3	5.0	-	0.25 0.10(Bus)	"		
1994 late	Transient	15.5	1.3	5.0	-	0.10	"		

g/mile(0.5g/km), CO 10g/mile(6.25g/km), NO_x 2.3g/mile(1.44g/km)로 규제를 강화하여 시행하고 있으며 粒子狀物質에 대해서는 승용차와 같이 1982년에 0.6g/mile(0.375g/km)로 규제하였으며 1987년 모델부터는 0.26g/mile(0.16g/km)으로 규제 강화할 계획이다. 이러한 기준은 승용차에 있어서 耐久度 5年/50,000 mile 試驗을 적용하고 있으나 소형 트럭에 대해서는 1984년 이전에는 5年/50,000mile 기준이었으나 1985년 이후부터는 11年/120,000 mile 試驗을 적용하고 있어 5年/50,000 mile 試驗이란 자동차가 5년동안 사용되거나 또는 50,000 mile 을 주행한 후에도 <표-3>의 기준에 적합하여야 한다는 의미이다.

대형 輕油自動 및 기관에 대해서는 1970년 모델부터 매연에 대한 규제를 실시하였으며 1974년 모델부터는 매연 이외에 가스상물질인 CO, HC, NO_x를 규제하였고 1988년 모델부터는 粒子狀物質의 重量濃度에 대한 규제 기준을 설정하여 놓고 있다.

<표-4>에서 볼 수 있는 바와 같이 1983년까지는 13 모드(steady state mode) 시험방법에 의하였으나 1984년 모델부터는 transient 모드를 사용하고 있다. transient 모드는 자동차의 도심주행 實測모드로서 HC나 NO_x의 측정법으로서는 더 엄격한 시험방법이다.

매연은 1970년 모델부터 규제한 이후 1974년에 규제를 강화하였으며 지금까지 동일한 기준을 적용하고 있다. 그러나 대형 경유자동차에서 배출되는 입자상물질이 인체에 有害하다는 많은 연구 결과에 의해서 디젤 입자상물질의 더 엄격한 규제가 요구되어 1988년부터는 重量濃度 규제를 실시하여 0.6g/b.hp-hr로 규제할 것이며 1991년에는 0.25g/b.hp-hr로, 1994년부터는 0.10g/b.hp-hr로 엄격한 기준을 설정해 놓고 있다. 대형 경유자동차의 배출가스 규제 기준의 적용에 있어서 자동차의 사용년한은 1985년 이전은 5年/50,000mile 이었으나 1985년 이후는 다음과 같이 정하고 있

다. 즉 light heavy-duty(보통 19,500lbs GVWR 이하) : 8年/110,000mile, medium heavy-duty(보통 19,500lbs~33,000lbs GVWR) : 8年/185,000mile, heavy-duty(보통 33,000lbs GVWR 이상) : 8年/290,000mile 이다.

2) 디젤자동차 배출가스 및 매연 방지 기술 동향

① 소형자동차(light-duty vehicle)

우리나라와 일본은 아직 매연 규제기준치인 不透明度(opacity) 50%를 사용하고 있으며 질소산화물(NO_x)의 규제기준을 단계적으로 강화하고 있을 뿐이다. 그러나 미국에 있어서는 매연의 불투명도의 규제는 대형 자동차에 한하고 소형 자동차에 있어서는 粒子狀物質을 규제하고 있으며 <표-3>에서 볼 수 있는 바와 같이 1987년 모델(캘리포니아주에서는 1986년 모델)부터 승용차에 있어서는 0.6g/mile에서 0.2g/mile로, 소형 트럭에 있어서는 0.6g/mile에서 0.26 mile로 규제를 강화하고 있다.

디젤자동차에 있어서 매연과 NO_x의 생성은 상반되는 성질을 가지고 있어 NO_x의 생성을 억제하려면 매연의 생성이 증가하고 매연의 생성을 억제하려면 NO_x의 증가한다. 그렇기 때문에 NO_x의 기준을 그대로 두고 매연규제를 강화하거나 이들 두 물질의 기준을 강화할 때는 防止技術 대책이 어렵게 된다.

특히 NO_x의 저감을 위해서는 연료 噴射時期를 遲延시키거나 배기가스 再循環(EGR)에 의하며 휘발유 자동차에서 적용하고 있는 還元觸媒에 의한 NO_x 저감은 디젤자동차에는 적용할 수 없다. 왜냐하면 디젤자동차에서는 배기가스중에 많은 양의 산소를 포함하고 있기 때문이다.

미국에 디젤자동차를 판매하고자 하는 자동차 會社들은 1987년도 규제를 만족시키기 위하여 NO_x저감기술 개발에 노력하여 왔다. 즉 1.0g/mile NO_x 및 0.2g/mile 입자상물질의 기준을 만족시키기 위해서는 電子式 EGR장치

〈표 5〉 미국의 규제 연도별 대형 디젤자동차 배출가스 방지기술 추이

규제 연도	방 지 기 술	오 염 물 질
1985 이 전	<ul style="list-style-type: none"> • Turbocharging • Aneroids, Puff Limiters • Intercooling, Aftercooling • Injection Timing • Improved Injection Systems : Pumps, Pipes, Injectors • Exhaust Gas Recirculation(Califo) • Charge Air Cooling(Califo) 	매연, NO _x 매연 매연, NO _x NO _x 전체 NO _x NO _x
1988 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Charge Air Cooling • Improved Injection Systems²⁾ • Improved Combustion Systems • Exhaust Gas Recirculation • Timing 	NO _x 입자상물질 " NO _x NO _x
1991	<ul style="list-style-type: none"> • Particulate Trap/Filter²⁾ • Low Sulfur Fuel for City Bus • Electrical Fuel Injection(EFI)³⁾ with Feed Back Sensor • EPI plus Computer Control²⁾ of Timing Turbo with Feed back Sensor • Improved Combustion Chamber • Exhaust Gas Recirculation • Alternative Fuel, Methanol-City Bus • Alternative Materials³⁾ 	입자상물질 " 전체 전체 입자상물질, NO _x NO _x 입자상물질 입자상물질, HC
1994	<ul style="list-style-type: none"> • Low Sulfur Fuel <0.02%⁴⁾ • High Efficiency Trap • Computer Controlled Engine⁵⁾ (EFI, Turbo, Timing EGR, Feed back sensors, etc) • Alternative Fuel (Methanol) • Other Combustion Systems, Mixing, Injection and Control (New Technology) • Alternative Materials⁵⁾ 	입자상물질 " 전체 입자상물질 전체 입자상물질

Remarks : 1) Smoke and CO Standard Pose no Problem
 2) Introduction
 3) Many Engines
 4) Depends on Regulation
 5) Available on Many HD Diesels

및 電子式 연료분사펌프 등을 사용하여 디젤 기관의 작동을 엄격히 조절하므로써 기관내에서의 오염물질 배출을 억제하는데 노력하고 있으며 회사에 따라서는 後處理裝置인 粒子狀物質 濾過裝置를 채택하고 있다.

1989년부터 시행하게 될 캘리포니아주의 디젤자동차 입자상물질 허용기준인 $0.08g/mile$ 을 만족시키기 위해서는 기관의 개량과 後處理裝置의 裝着은 물론 연료개량 등 제반 기술적인 대책이 강구되어야 할 것이다.

②대형 디젤자동차 (heavy-duty vehicle)

대형트럭 및 버스에 대한 NO_x 및 입자상물질 저감기술은 소형 디젤자동차의 이들 오염물질 저감기술이 적용되나 대형 트럭이나 버스는 승용차나 소형 트럭에 비하여 배기량이 많을 뿐만 아니라 전체 주행거리도 길기 때문에 (110,000~290,000mile) 適用技術도 다소 상이하다. 대형 디젤기관의 배출가스 처리기술은 소형자동차와 마찬가지로 기관개량과 後處理기술이 적용되며<표-4>에 명시한 각 規制年度別 NO_x 및 입자상물질 기준을 만족시키기 위하여 적용될 수 있는 기술을 요약하면<표-5>와 같다.

<표-5>에서 볼 수 있는 바와 같이 1985년 모델에 적용하는 규제기준을 만족시키기 위해서는 기관개량만으로 가능하며 後處理裝置는 필요로 하지 않는다. 즉 기관에 더 많은 공기를 공급하므로써 매연과 질소산화물을 줄이기 위한 방법으로 過給機(supercharging: 배기가스량에 비례하여 吸入공기를 燃燒室內에 導入하는 장치), intercooling 방법 (機關冷却水를 이용하여 연소실에 도입하는 空氣冷却)이 있으며 NO_x 를 줄이기 위하여 연소분사 시기를 지연시키고 매연

을 줄이기 위하여 aneroid 방법을 사용한다. 또 최근에는 吸入空氣를 많이 냉각시키기 위하여 사용하는 장치인 라디에이터형 (radiator type)의 냉각장치를 개량형 연료분사장치와 함께 사용하고 있다.

1988년 許容基準인 입자상물질 $0.6g/b.hp-hr$ 와 더 엄격한 질소산화물 $6g/b.hp-hr$ 를 만족시키기 위하여 흡입공기의 냉각을 위한 radiator 형 및 inter cooling 냉각장치를 사용하고 電子式 연료분사펌프와 같은 연료 噴射系의 개량, 연소실 개량, EGR 장치 사용 및 연료 분사시기 조절 등의 기술을 적용하여 매연 後處理裝置의 사용 없이도 이 기준을 만족시킬 수 있다고 본다.

1991년부터 適用하는 $0.25g/b.hp-hr$ 이하의 입자상물질과 질소산화물 $5.0g/b.hp-hr$ 이하를 만족시키기 위해서는 後處理裝置인 매연 필터장치의 사용은 물론 피드백 센서를 가진 전자식 연료 분사펌프 사용, 연료 분사시기 및 연소 분사량을 조절할 수 있는 전자식 燃料 噴射 펌프와 피드백 센서를 가진 컴퓨터사용 등 劃期的인 기술 개발이 이루어질 것이며 특히 시내 버스의 粒子狀物質 기준인 $0.10g/b.hp-hr$ 기준을 만족시키기 위해서는 배기가스중 입자상물질을 80% 이상 捕集할 수 있는 高效率 濾過裝置가 사용될 것이며 황함유량이 0.02% 이하인 石油(Kerosene)가 경유대신 사용될 것이다.

1994년에는 모든 대형 輕油自動車에 1991년의 버스에 대한 배출가스 저감기술이 적용될 것이며 컴퓨터로 조절하는 기관의 사용과 저황 輕油(0.02%황) 사용은 물론 많은 기관에 세라믹과 다른 대체재료가 사용될 것이다.

< 다음호에 계속 >

「에너지 절약」을 생활화 합시다.