

국내 경유자동차 배출물 규제동향

Trend of Exhaust Emission Control of Diesel Engine Vehicles in Korea

정 인 석*
In-Seuck Jeung

ABSTRACT

This short report describes the trend of exhaust emission control of the diesel engine vehicles in Korea, which originally was motivated from the newly proposed Emission Control Regulation of Diesel Engine Vehicles possibly to be activated in 1991 by Korean Environmental Protection Agency.

This short survey report has been prepared by the special working group of The Korea Society of Automotive Engineers (KSAE) on this particular subject. This report includes (1) estimation of portions of contribution of diesel engine vehicle emission to total air pollution, (2) comparison of proposals of new articles/regulations/laws in Korea with those of other selected countries such as USA, European countries, and Japan, (3) comparison of vehical emission control regulations in Korea with those in other selected countries, (4) technical aspects of possibilities of reduction of diesel engine vehicle emissions, (5) additional administrative aspects of technology development program, (6) social impact resulted from the severe emission control regulation on diesel engine vehicles, and (7) proposals, prepared by the special working group of the KSAE, on the emission control regulation of diesel engine vehicles, which can possibly bring better cleaner air released from the air pollution resulted from diesel engine exhaust emissions in real sense with minimal financial contribution, with optimal technological efforts, with less social impacts, within five to ten year period.

1. 머리말

국내의 산업발전이 급속하게 이루어짐에 따라 각종 산업시설에서의 에너지 소비량이 급증하게 되고 또한 국민생활이 향상됨에 따라

서 주거, 난방, 취사, 휴식문화시설의 이용시간, 이용도가 상승되고, 또 거의 대부분 도시중산층 주민들이 자가용 승용차를 마련하게 되었으며, 산업발전에 따른 공장의 확장, 신규사업의 팽창, 생산설비 가동시간 연장 등이 이

* 정회원, 서울대학교 항공공학과 교수

루어졌고, 각종 공업 생산품의 수송량도 최근 수년간에 눈부신 급성장을 달성하게 되었다. 즉, 종합하여 말하자면, 생산활동의 증대, 국민생활의 향상, 기업활동의 신장, 수송기관의 급증 등에 따른 에너지 소비량이 급진적인 증가일로 추세에 있다는 것이다.

약 10년전까지는 크게 눈에 띄지 않던 매연, 대기공해문제, 수질오염문제, 토양오염문제 등이 최근에는 전국민의 건강문제로 대두되고, 최근 신문에 발표된 바에 의하면 서울시내 특정지역은 대기오염정도가 상당히 우려할 단계에 이르렀다고 보고 있다. 이에 따라 각종 산업체 배기가스 배출물, 주거난방용 보일러 연소배출물, 각종 교통기관의 배출가스 등에 대한 환경 보전측면의 규제가 더욱 강화되고 있는 실정이다. 이와 같은 환경보전의 면에서 “경유자동차 배출가스 검사방법 및 절차에 관한 규정”(환경청고시 제 89-2호, 1989. 2.10)이 공고된 후, 국내경유자동차의 배출물 규제에 대하여 여러가지 측면에서 검토한 사단법인 한국자동차공학회의 “경유자동차 배출물 규제에 대한 조사연구” 내용을 위주로 하여 국내의 경유자동차 배출가스 규제의 내용과 배출가스 저감방안, 현재의 기술수준, 경유자동차 배출가스규제를 엄격히 규정할 경우의 사회적, 공업생산위축 여파와, 현실적으로 실현가능한 규제범위를 종합하여 기술하고, 일반적인 결론을 유도하고자 한다.

본 조사연구는 한국자동차공학회의 “경유자동차 배출물에 대한 특별 연구위원회”의 위원들이 현대자동차, 대우자동차, 기아산업, 아세아자동차, 대우중공업, 한국디젤공업 등의 경유자동차 또는 경유자동차 기관생산업체 관련기술 책임자들로부터 생산업체의 기술수준, 경제상태, 사회적 여건을 청취하고 환경청, 동력자원부, 상공부의 실무담당자들의 경유자동차 배출물 규제에 관한 의견을 수렴하였으며, 국내외의 경유자동차 배출물 규제에 관한 자료를 수집하고, 경우에 따라서는 일본의 대학, 일본 자동차기술회, 일본 환경청으로부터 일본에 있어서의 경유자동차 배출물 규제에 대한 경위를 수집하고 이를 참고하여 검토한 바

를 요약하고, 이 조사연구로부터 국내현실에 적합하며 경유자동차 배출가스 저감에 효용이 있을 수 있는 바람직한 규제실시 방안을 유도하였다.

2. 경유자동차에 의한 대기오염 추정

국내에 있어서의 각종 환경오염 유해 배출물을 발생원별 발생량에 대한 적극적인 측정이나 혹은 대규모 표본집단내의 유해배출물 측정 등에 대한 기회가 없어서 현실적인 실측치를 기준으로 하여 전국 규모나 서울시 규모의 환경 오염 현황은 제시되고 있지 못하며, 단지 측정기가 설치운영되고 있는 특정지역 몇 곳의 현황만을 관측하고 있을 뿐이어서, 이 자료만으로 정책적인 결정이나 배기가스 오염 현황을 예측하기에는 매우 곤란한 형편이다.

따라서 다소 원시적인 방법이기는 하지만 국내 총 에너지 소비량으로부터 환경오염에 미치는 영향의 중요성을 산정하는 방식이 기본적인데, 또한 예측치의 신뢰성이 안정적일 것으로 판정된다.

이상과 같이 가정하면, 즉 총 유해배출물 배출량은 전체 에너지 소비량과 비례하게 된다. 현재까지 공식집계 자료로는 1987년 1년간의 총 에너지 소비실적이 가장 최근 자료이며, 이로부터 산업분야, 수송분야, 가정, 상업분야, 공공 기타분야로 크게 대별하면 수송분야의 에너지 소비량, 즉 유해 공해배출물 생성량은 총 공해배출물의 17%에 불과하며, 가장 추된 분야는 산업분야와 가정, 상업분야로서 합쳐서 78.7%이며 거의 대부분을 점유하고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 도식적으로는 그림 1에 도시한다. 이 수송분야에서 도로교통에 사용된 유류 소비량별로 분류하면 경유자동차에서 소비되는 에너지량은 7.9%이다.

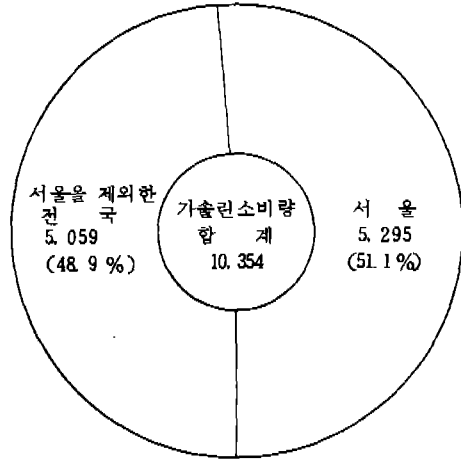
경유자동차는 크게 소형 경유자동차(2,000 cc 배기량 기준)과 대형 경유자동차(5,000 cc 배기량 기준)로 구분하고 1989년 1월 31일 현재의 전국 자동차 등록대수와 합쳐서 계산하면 그림 1에 표시된 것처럼 소형 경유자동차의 에너지 소비량은 2.3%, 대형 경유자동차

의 에너지 소비량은 5.6%를 점유하고 있다. 이에 대하여 소형 승용차 및 택시의 에너지 소비량은 3.7%를 차지하고 있어 상대적으로 볼 때 수송분야에서의 공해물질 배출량은 총 유해물질 생성량의 17% 정도인데 대하여 대형 경유자동차의 비율이 5.6%로서 가장 공해물질 배출량이 많고 그 다음이 소형 승용차 및 택시로서 이 비율이 3.7%이고 소형 경유차의 비율은 2.3%를 점유하고 있다.

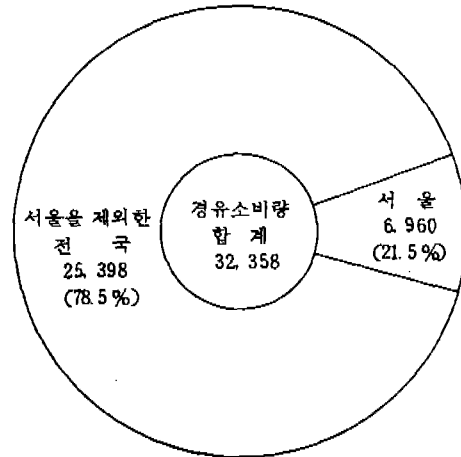
지역적인 유류 소비량을 1987년 1년분에 대하여 자동차에서 소비된 가솔린 소비량과 경유 소비량을 그림 2에 나타내었는데 흥미로운 것은 가솔린의 소비량은 서울시에서 소비되는 양이 서울시를 제외한 전국의 소비량보다도 다소 높은 정도이고 개략하여 50% 대 50% 정도이나 경유 소비량에 있어서는 서울시에서의 경유 소비량이 전체 경유 소비량의 약 1/5밖에 되지 않는다.

이는 1989년 1월 31일 현재의 전국 자동차 등록대수 및 서울시 자동차 등록대수에 있어서 경유자동차 및 가솔린 자동차와의 등록대수 비율과도 동일한 경향이다. 이상의 오염도 추정으로부터 경유자동차 배출가스의 대기오염도는 대형 경유자동차에 그 비중이 많음을 유추할 수 있다.

(단위 : 1,000 Bbl)



(1) 1987년 전국 가솔린 소비량



(2) 1987년 전국 경유소비량 (도로교통 부분)

그림 2 가솔린 및 경유 소비량

3. 국내 경유자동차 배출 규제 동향

여기서는 국내의 경유자동차 배출물 규제 동향을 살펴보고 향후의 배출물 규제기준에 대한 전망을 살펴본다. 한국에 있어서 환경청은 지금까지 규제되어오던 경유자동차 배출가스에 대해 91년 1월부터 전면적으로 개정된 규제를 실시하는 안을 제시한 바 있었다.

이는 지금까지의 경유자동차에 대한 6MODE 규제방식을 탈피하여 보다 강화된 미국규제를 적용하여 배출가스에 대한 규제를 대폭

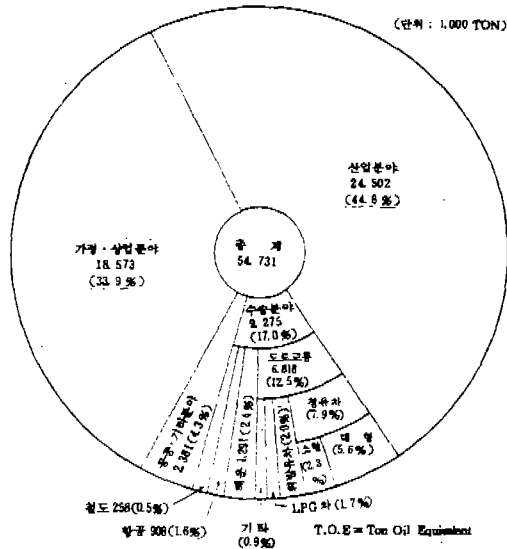


그림 1 국내 산업별 에너지 소비실적

표1 국내 경유 자동차 배출가스 강화기준(안)

규제대상	CO	HC	NOx	배연	기타	
현행기준 ('88.1.1)	980 ppm	670 ppm	850/450 ppm (직접/부실)	50%이하	6-모드	
강화기준 (안) ('91.1.1)	승용	2.11 g/km	0.22 g/km	0.629 g/km	0.124 g/km	CVS-75
	화물	6.2 g/km	0.5 g/km	1.43 g/km	0.162 g/km	CVS-75
	중형이상 (2.7톤 이상)	15.5 g/BHP-hr	1.3 g/BHP-hr	6.0 g/BHP-hr	0.6 g/BHP-hr	18-모드

표2 일본의 자동차 배출가스 규제 현황

구분	차종	'89 이전			'89 현재 ('91.4)			'89.10('91.4)			'90.10('92.4)			'90.12('93.4)			'92.10('94.4)			비고 <<)안은 수입차 규제년도임>	
		CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx		
G A S O L I N E	승용차 (승차정원 10인 이하)	2.70	0.39	0.48																10Mode(9/km) 11Mode(9/TestD)	
	1.7t 이하 (승용차 제외)	17.0	2.70	0.84	2.70	0.39	0.48													10Mode 11Mode	
	1.7t ~ 2.5t	17.0	2.70	1.26				17.0	2.70	0.96										10Mode 11Mode	
	2.5t 초과	1.6%	520	990				1.6%	520	850										6Mode(ppm)	
	경자동차	17.0	2.70	1.26							17.0	2.70	0.74							10Mode	
		130	17.0	9.50							130	17.0	7.50							11Mode	
D I E S E L	승용차 1265kg이하 (10인 이하)	2.70	0.62	0.98									2.70	0.62	0.72					10Mode(9/km)	
	1.7t 이하 (승용차 제외)	980	670	390	2.70	0.62	1.26										2.70	0.62	0.84		
	1.7t ~ 부실식	900	670	390	900	670	350													10Mode	
	2.5t 직접분사식			610			500														6Mode(ppm)
	2.5t ~ 부실식	980	670	390	980	670		980	670	350											6Mode
	3.5t 직접분사식			610			520														6Mode
L	3.5t 초과 부실식	980	670	390				980	670	350										6Mode	
	직접분사식			610						520											
	대형Truck (8t 이상) 부실식	980	670	390							980	670	350							6Mode	
직접분사식			610									520									

* 중량은 차량총중량임.

적으로 강화하는 것으로 알려져 있다. 다음 표1은 검토중인 배출가스 규제에 대한 내용이다.

일본의 예를 표2에 나타내는데 차량 총 중량 1.7톤 이하의 트럭에 대해서는 사용조건 및 차량구조가 승용차와 유사하다는 판단하에 신규제작 자동차에 대해 88년 12월부터 측정방법을 현행 6MODE에서 10MODE로 변경하여 규제를 강화하기 시작했다. 결과적으로 NOx는 현행 6MODE 보다 약 30% 저감되는 효과를 보이고 있다.

차량 총 중량 2.5톤 이하의 직접분사식, 간접분사식 엔진 탑재차량 및 3.5톤 이하의 직접분사식 엔진 탑재차량에 대해서도 6MODE에 의한 NOx규제를 일층 강화하여 88년 12월부터는 신규제작 차량부터 적용하고 있다. 그러나 차량 총 중량 2.5톤을 초과하는 부실식 엔진 탑재차 및 3.5톤을 초과하는 직접분사식 엔진 탑재차에 대해서는 개발기간 등을 고려하여 89년 10월부터 6MODE에 의한 질소 산화물 규제를 일층 강화하고 있다.

측정방법에 있어서는 1.7톤 이하 차량을 제

외하고 현행 6 MODE에 의한 측정방법을 2000년까지 유지하고 다만 1.7톤 이하의 차량만 구조 및 엔진의 사용조건을 고려하여 현 가솔린 자동차 차량에 적용하고 있는 10MODE에 의한 측정방법을 적용하고 있다.

미국의 경유자동차에 대한 배기 배출물 규제는 두가지로 나누어 생각하면 첫째로 미연방 규제의 적합여부 논란에도 불구하고 LDV에서 91년부터 NO_x의 규제를 현행 1.0g/mile에서 0.7g/mile로 강화하려는 안을 발표해 놓고 있는 상태이고 HDV에서는 NO_x에 대한 규제치를 90년부터 점차적으로 강화하고 91년에는 5.0g/bhp-hr 이하로 감소시킬 계획이다.

또한 입자상 물질에 대한 규제를 91년 차종부터 현행 LDT와 동일한 규제치를 적용하며 94년부터는 0.1g/bhp-hr로 매우 가혹한 수준으로 규제를 강화하고 있다.

둘째로 캘리포니아 규제강화기준 전망을 살펴보면 미국 연방규제보다도 더욱 엄격한 규제치를 제시하고 있으며 LDT에서는 92년부터 CO, HC만을 더욱 강화하려는 안을 발표해 놓고 있으며 HDV에서는 NO_x 및 입자상 물질에 대한 규제를 90년부터 강화할 전망이다.

유럽에 있어서의 배기가스의 규제는 ECE 그룹, EEC 그룹, 스톡홀름그룹으로 구분되는데 ECE 그룹에서는 89년부터 차량 총 중량 2.5~3.5톤급의 경유 자동차에 대해서 NO_x에 대한 규제를 새로이 추가 시행하고 있으며 동차량에 대해서는 CO 및 THC, NO_x에 대한 규제치도 강화해 놓고 있는 상태이다. 스톡홀름그룹의 규제치를 보면 지금까지 스위스에서만 실시되어 오던 경유자동차의 배출가스 규제를 그 밖의 국가에서도 89년부터 실시하여 배기규제를 강화하고 있는 실정이다.

그런데 특이한 것은 주로 경유자동차를 생산하지 않는 국가들이 스톡홀름그룹은 거의 미국과 같은 규제를 사용하고 있으나 그외 유럽국가에 있어서는 당사국의 주행 모드에 맞추어진 경유자동차 배기가스 규제를 시행하고 있는 형편이다.

여기서 한가지 국제적으로 공통적인 특징은 미국 또한 대형 경유자동차는 생산하고 있으나 소형 경유자동차는 거의 생산하고 있지 못하며 스톡홀름그룹도 거의 모든 국가가 소형 경유자동차는 자국에서는 생산하지 않고 인접 유럽국가에서 생산된 것을 수입하여 사용하고 있는 실정인데, 이로부터 유추할 수 있는 것은 자국내에 소형 경유자동차를 생산하지 않는 국가는 외국의 소형 경유자동차 수입을 억제하기 위한 정책적 방안의 일환으로 경유자동차 배출물 규제를 더욱 엄격하게 시행한다고 보인다.

4. 경유자동차 배출가스 저감기술 검토

각국에서 수행되고 있는 경유자동차 배출가스 저감기술은 미국규제에 대한 대응현황과 기타 대체연료의 활용기술이 시도되고 있으나 국내에서는 특별한 연구가 거의 이루어지고 있지 못한 실정이다.

4.1 미국 규제에 대한 대응현황

경유자동차 배출물 저감과 관련하여 1987년에 LDV는 입자상 물질만 0.6g/mile에서 0.2g/mile로 LDT는 0.6g/mile에서 0.26g/mile로 강화되었고 HDDE는 처음으로 입자물질을 0.6g/bhp-hr로 규제하기 시작하였다.

LDT에서는 1986년에 서독의 BENZ 사가 모든 경유 차량의 미국 수출을 포기하고 190D(배기량 2.5ℓ)만 인증시험에 통과하여 소량 시판되고 있으며 Volkswagen의 JETTA(배기량 1.6ℓ)는 1989년 2월에 인증시험에 통과한 상태로서 아직 시판은 되지않고 있다. 그 외 일본을 위시한 세계적인 자동차업체에서는 미국으로의 수출이 중단된 상태이며 LDT 차량은 GM사의 8차종이 인증시험에 통과되었으며, 당초 규제치가 아닌 1989년 10월 FR 53 No.210에 의하여 유예된 규제치인 NO_x 1.7g/mile, 입자상 물질 0.45g/mile(LVW 3751lb 이상의 차량)로서 통과한 점을 볼 때 소형 경유차의 미국수출은 거의 불가능에 가깝다.

그러나 미국 FTP-75의 1988년 규제치에 맞추기 위해 검토되고 있는 것들은 영국의 Ricardo(Consulting Engineering 회사)와 서독의 FEV(Aachen 공대부설연구소)에서의 주장에 의하면 현 기술로 이 규제치를 달성할 수 있는 LDV, LDT의 차량 중량한계는 3,750lb 이하이다. 그 이유는 등가시험 중량이 증가하면 경유자동차의 배출물이 증가하기 때문이다.

즉, NO_x의 배출은 차량중량 1,000lb당 0.25 g/mile 이고 입자상 물질의 배출은 차량중량 1,000lb 당 0.03g/mile이다. 또한 트랩을 사용하는 것이 입자상 물질의 배출에 대해서는 효과적이나, 아직 트랩의 실용화가 되고 있지 않은 실정이다. 트랩에 관한 연구는 지속되고 있지만 현재 기술수준으로 볼 때 입자상 물질의 저감을 위한 배기트랩 필터와 전자제어의 실용화는 아직 미지이며, 선진자동차 업계에서는 향후 5~10년에 걸친 장기개발계획을 수립하고 있는 실정이다.

4.2 알콜 연료 도입의 움직임

1987년 7월 부시 부통령의 작업그룹이 알콜연료 추진을 내용으로 하는 보고서를 발표하였다. 이 보고서는 알콜연료의 도입이 통상의 연료에 비하여 거의 가격 증가없이 국가 대기질기준(NAAQS)의 달성에 기여할 수 있음을 시사하고 있다. 대체연료의 작업그룹의 결론은 다음과 같다.

1) 대체연료에 의한 배출물질의 저감과 대기질 향상

작업그룹은 상업용 플리트차량, 정부의 플리트차량, 도시버스, 합산소성분 혼합 가솔린을 포함하는 대체연료의 이용에 대한 검토를 하고 있다. 입수한 자료에 의하면 M 85(메탄을 85%, 무연가솔린 15%) 또는 압축천연가스(CNG)는 오존 발생원으로 되는 자동차 탄화수소 배출량을 20~50% 저감시킬 수 있다. 또한 메탄을 자동차는 더욱 발전된 기술의 적용에 의하여 90% 저감을 달성할 수 있다.

2) 메탄을 자동차

플렉시블 연료 자동차(FFV, Flexible Fuel-

led Vehicle)와 M 85를 사용하는 메탄을 자동차는 자동차 배출가스에 의한 오존 발생을 20~50% 저감시킨다. M100 자동차는 CO 배출량을 30~90% 저감시킬 수 있고, 모든 신형 자동차에 요구되고 있는 엄한 NO_x 규제를 달성할 수 있을 것이 기대되고 있다.

4.3 한국 고유 주행모드의 필요성

한국에서 사용하고 있는 주행모드는 국외의 주행모드를 그대로 채택하였으므로 이 주행모드가 국내의 주행패턴을 어느 정도 반영할 수 있는지 미지이다. 따라서, 한국동력자원연구소와 국립환경연구원이 각각 가솔린 자동차와 경유자동차에 대해서 서울 도심지 주행패턴을 조사한 결과가 있으므로 이 결과를 국내 가솔린 자동차 및 경유자동차에 대한 주행특성치로 간주하여 현재 사용중인 주행모드와 비교 검토하였다.

이 결과에 따르면 소형 경유자동차의 평균 주행속도가 미국의 LA-4모드보다 낮고 일본의 10모드, 유럽의 15모드에 비하여 높은 영역에 있으나, 이들 시간율이 LA-4 모드보다 일본의 10모드 및 유럽의 15모드에 가깝다는 것을 감안하면, 국내 소형 경유자동차의 주행패턴은 미국보다 일본이나 유럽에 가깝다고 판단되고, 따라서 국내 소형 경유자동차에 미국의 LA-4모드를 주행모드로 적용하는 것은 한국의 도로 여건상 아주 부적절하다는 것을 알 수 있다. 오히려 국내 경유자동차가 고부하영역에서 주로 운전되고 있다는 것을 고려하면, 고부하영역이 주로 사용되고 있는 일본의 6모드가 국내 경유자동차의 주행모드를 더 잘 반영한다고 볼 수 있다. 이와 같이 LA-4모드는 국내 가솔린 자동차 뿐만 아니라, 경유자동차의 도심지 주행패턴을 제대로 반영할 수 없는 주행모드라고 판단된다.

1987년에 국내 가솔린 자동차에 대한 검사방법을 FTP-75로 변경한 것은 한국 고유의 주행모드를 개발할 능력과 개발기간이 불충분하였고, 가솔린 자동차를 미국에 수출하고자 하면 미국의 배출물 규제치를 통과하여야 하

므로 '85년말 국내 가솔린 자동차의 주행패턴과 다소 외형상 주행 특성이 비슷한 LA-4 모드를 주행모드로 채택한 것은 단기적으로는 바람직하였다고 생각된다.

그러나 경유자동차의 경우는 운행조건이 가솔린 승용차와 비슷하다는 소형 경유자동차에 있어서도 주행패턴이 LA-4모드와 큰 차이가 있고, 국내 소형 경유자동차의 미국 수출이 이루어지고 있지 않다는 것을 생각하면 국내의 주행패턴을 제대로 반영시킬 수 없는 LA-4모드를 소형 경유자동차에 적용시키는 것은 바람직하지 못하다고 생각된다.

특히, 1989년초의 자동차 보유대수가 약 200여만대로 1985년말의 약 110만대에 비하여 약 2배이고, 이 증가추세는 더욱 가속화될 것이며, 1988년 올림픽시의 평균주행속도가 20km/h, 국내 도로법규상 법정 최고속도가 60km/h, 경유자동차가 1차선을 주행할 수 없다는 점 등을 고려하면, 장기적으로 국내 도로여건 및 차량 증가추세 등을 고려하여 경유자동차의 주행패턴을 대표할 수 있는 한국 고유의 주행모드 개발이 필요하다.

이와 더불어 가솔린 자동차의 주행모드도 현재의 차량 증가추세, 도로여건 등을 고려하면 LA-4모드 채택시와 현저한 차이가 있으므로 국내 주행패턴에 적합한 고유 주행모드 개발이 요구된다. 따라서, 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

배출물의 배출량과 조성은 자동차의 자동차 운전상태에 따라 크게 변화하므로 자동차 배출물 규제를 위한 주행 또는 운전모드는 우리나라의 자동차 주행상황을 대표할 수 있도록 선정되어야 한다.

4.4 측정기술의 문제점

자동차 배기가스 채취 측정기술에 있어서도 입자상 물질이 포함된 경유자동차 배기가스 측정기술은 다음에 열거하는 각종 문제점이 남아 있어, 근본적인 측정기술의 확립에도 상당한 기초연구의 과제가 있다고 사료된다.

- 1) Direct sampling 문제점
- 2) Constant volume sampling 문제점

- 3) 입자상물질의 측정문제점
- 4) 희석터널의 투자비 문제
- 5) 과도운전모드의 문제점
- 6) 측정방법간의 상관관계 문제

4.5 규제강화 시안

표 1에 나타난 환경청 규제시안을 만족하기 위한 방법으로는 가솔린 자동차 혹은 LPG 자동차, 메탄을 자동차로써 소형 경유자동차의 역할을 분담, 이전시키는 방법이나 경유자동차의 배출가스 저감기술의 개발이 요청되며, 이를 위하여는 단계적인 대응방안이 수립되어야 할 것이다.

새로운 규제에 대응하기 위해서는 각 자동차 업체는 시험설비를 해야 한다. 새로운 시험설비를 하는데 있어서 표 3과 같이 최소 2년은 소요될 것이다.

표 3 신규 시험설비 최소 소요기간

항 목	소요 기간
설비검토기간	0.5년
발 주 후 입고	1.0년
설 비 및 실험	0.5년

희석터널과 같이 길고 바닥면적을 크게 차지하는 경우에 있어서는 기존의 실험실로서는 맞지 않을 것이므로 새로이 건조해야 할 것이다.

새로운 규제에 적응하기 위해서는 연구개발이 필요하며 적합한 새 기관을 개발할 수 있는 능력을 배양해야 할 것이다. 그런데, 이 새로운 기관을 개발할 수 있는 능력은 일조일석에 될 수 있는 것이 아니라 축적된 기술이 있어야 한다. 말하자면 개념설계로부터 기초설계를 할 수 있는 능력이 있어야 하는데 우리 국내업체는 아직 이 능력이 부족한 것으로 본다. 따라서 앞으로 당분간은 종래와 같이 기술도입에 의존해야 할 것으로 보며, 기술도입에서 국산화까지는 다음 표 4와 같이 6년의 소요기간이 필요할 것으로 본다.

6년의 기간이 소요되지만 꾸준한 노력으로 외래의존에서 탈피하여 국산화를 최대의 목표

표4 기술도입으로부터 국산화까지의 소요기간

항 목	소요기간
기술도입 가능성 타진	1.0년
기술도입 계약 및 도면해석	0.5년
생산설비 설치	1.5년
점진적 국산화	3.0년

로 해야 할 것이다. 독자적인 설계에 의한 기관의 국산화가 이루어지지 않으면 우리의 힘으로 배출물에 대한 개선 및 연구개발은 이루어지지 못할 것이다.

기관에서의 배출물의 저감대책은 기관의 연소성과 직결되며, 기관의 연소성능 향상의 문제는 기관 전반에 관한 지식을 토대로 한 개념설계로부터 이루어져야 하므로, 산·학·연의 전문가로 구성되는 공동 연구조직이 필요하다. 이상과 같은 기관의 연구개발을 위한 산·학·연의 공동 연구조직 외에 각 자동차업체의 배출물 저감 및 대책에 대한 평가 검토를 할 수 있는 전문가로 구성되는 조직이 필요할 것으로 본다. 이와 같은 평가 검토는 2년마다 보고서를 제시하도록 함이 바람직하다. 종래 환경청에 “중앙환경보존위원회” 및 “자동차공해대책분과위원회”가 있으나 그 활동이 활성화 되었다고는 볼 수 없으므로 이의 활성화가 요망된다.

이상과 같은 공해방지 추진방안에 따라 자동차 배출물 규제를 위한 한국 고유의 주행 또는 운전모드와 검사방법을 개발하기 위하여 산·학·연 공동으로 충분한 시간을 가지고 본격적인 연구 검토를 시행하여 우리 실정에 적합한 배출물 규제방식을 찾아내어야 할 필요

가 있다.

그러므로 공해방지 추진방안에 따른 연구가 완결되어 새로운 규제방식이 제정될 때까지는 소형 경유자동차의 배출물 규제는 현행 규제 방식에 따라 기술적으로 가능한 한 시행이 가능한 규제는 강화되어야 하며, 이를 위하여 다음 표5와 같이 연차적인 규제강화 시안을 제안한다.

규제강화시안은 CO 및 HC는 1993년까지 현행과 마찬가지로 하고, NOx 및 매연의 규제를 2년마다 강화시키는 방안이다.

NOx는 표5에서 나타난 바와 같이 1984년에 규제실시를 시작하여 1987년에 규제를 강화해서 DI 기관에 850ppm, IDI 기관에 450ppm으로 하였으며 이것은 1984년에 비하여 각각 15% 및 23%를 감소시킨 규제치였다.

이 내용은 NOx를 먼저 1991년에 현재의 규제치에 비하여 DI 기관은 11.8%, IDI 기관은 13.3%를 감소시켜 각각 750ppm 및 390ppm으로 강화시키는 것을 나타내고 있다. 그리고, 다시 1993년에 1991년에 비하여 DI 기관은 9.3%, IDI 기관은 10.2%의 감소를 가져오게 되고, DI 기관은 680ppm, IDI 기관은 350ppm으로 강화되며, 이는 현행 규제에 비하여 DI 기관은 25%, IDI 기관은 28.5%가 강화된 것이다.

한편, 매연은 1981년에 50%로 규제치가 설정된 이후 지금까지 변경되지 않았으나 분학회의 규제 강화시안에서는 1991년에 5% 감소시켜 45%로 하였으며 FAS와 구별하여 FAS는 50%로 한다.

본 규제강화시안을 일본의 6모드(GVW 1.7

표5 규제강화시안

구분		연도			95	비 고	
		현행	91	93			
총중량 2.7톤 이하	HC (ppm)	670	670	670	95년 이후는 7항의 연구에 의하여 얻어지는 규제방식과 규제치에 따름	연구기간 3년, 시행준비기간 2년으로 책정	
	CO (ppm)	980	980	980			
	NOx (ppm)	IDI	450	390			350
		DI	850	750			680
	매 연 (%)	전부하	50	45			45
		F.A.S.	50	50			50

~2.5톤 적용차량)의 규제치와 비교하면 다음과 같다. 즉 CO 및 HC는 현재 일본의 규제치와 동일하다. IDI 기관의 NO_x는 1991년의 규제치와 일본의 1987년까지의 규제치와 동일하며 1993년에는 일본의 1988년 규제치와 동일하다. DI 기관은 매연은 일본보다 약간 강화되어 있는 반면 NO_x는 완화되어 있다. 매연은 일본이 1972년 이후 매년 배출농도 50%를 현행까지 사용하고 있다.

5. 소형 경유자동차가 생산 중지될 때 업계에 미치는 영향

5.1 소형 경유자동차의 생산 업계에 미치는 영향

현행 미국의 CVS-75의 규제치로 소형 경유자동차를 규제한다면 현재의 기술 수준으로는 해결방법이 없기 때문에 소형 경유자동차를 LPG나 휘발유 자동차로 전환시킬 수밖에 없다. 따라서 본 분석은 소형 경유자동차 생산라인을 가솔린 자동차 생산라인으로 전환할 경우를 상정하여 경유자동차 생산 관련 업계가 업계 될 피해 분석을 하여 본 것이다.

자동차 생산 5개 회사가 1988년 1년간 소형 경유자동차를 생산한 생산 현황 및 이 경유자동차를 가솔린 자동차로의 전환함에 따른 소요 투자액을 산정하여 표를 만들면 다음과

같다.

표 6에서 생산대수나 생산액은 자동차 5개사가 1988년 1년간 생산한 총 자동차 생산대수와 생산액이며, 생산비율이란 생산액으로 환산한 소형 자동차 생산비율이다. 기투자액이란 5개사가 소형 경유자동차 생산을 위한 기투자액이다. 그리고 소형 경유자동차 생산 종업원수 산정은 총 종업원수에 소형 자동차 생산 비율을 곱해서 산출한 것이고, 소형 경유자동차의 가솔린 자동차로 전환함에 따른 투자액 산출은 각사에서 제출한 자료에 근거하여 전체 경유자동차의 가솔린 자동차로 전환함에 따른 요구 투자액에 전체 경유자동차에 대한 소형 경유자동차의 생산비율을 곱해서 산출한 것이다.

소형 경유자동차를 가솔린 자동차로 전환하는데 필요한 Vendor분 투자액 3,860억원은 전체 경유자동차 생산을 위한 기투자액 6,550억원에 전체 경유자동차중 소형 경유자동차 생산 백분율인 0.576을 곱해서 얻은 수치이다.

소형 경유자동차 생산을 위한 Vendor 종업원수 산출은 전체 자동차 생산비율 0.185를 곱해서 얻은 것이며 이는 38,000명으로 계산된다.

표 6의 자료에는

- (1) 생산액 위축분 분석
- (2) 기투자액 폐지분 분석

표 6 소형 경유 자동차의 생산현황 및 가솔린 자동차로의 소요투자액 산정

1988. 12. 31

자동차 회사	총자동차생산현황			소형 경유자동차 생산현황					
	생산대수 (대)	생산액 (억)	생산비율 (%)	생산대수 (대)	생산액 (억)	기투자액 (억)	신규투자액 (억)	종업원수 (명)	
5개 회사	현대자동차	644,874	27,398	10.5	43,699	2,881	1,187	960	3,530
	대우자동차	162,788	10,491	4.1	7,829	432	264	200	900
	기아산업(주)	240,763	10,721	50.1	91,293	5,372	2,480	1,917	7,510
	아세아자동차	26,179	3,768	17.9	8,160	675	275	280	750
	쌍용자동차	8,506	1,208	48.0	6,237	580	445	450	1,730
(A) 소 계	1,083,110	53,586	18.5	157,211	9,940	4,651	3,807	14,420	
(B) Vendor 합계	-	29,700	-	-	8,250	3,860	2,200	38,000	
총 계 (A+B)	1,083,110	83,286	18.5	157,211	18,190	8,511	6,007	52,420	

- (3) 가솔린 자동차로의 전환시 소요되는 신규투자액 산출
- (4) 실적 인원수 추정 분석
- (5) 기술사장 및 영세 부품업체에 관한 분석에 대한 내용이 포괄적으로 함축되어 있다.

5.2 소형 경유자동차 사용자에게 미치는 영향

1) 소형 경유자동차의 사용자 현황

소형 경유기관은 일반적인 자동차기관의 요구 특성 중에서 연비성능과 출력성능이 다른 기관에 비하여 우수하므로 사회의 각 분야에서 널리 사용되고 있다.

소형 경유자동차의 사용자는 그 업종별 구성비율을 살펴보면 무역, 도소매업을 비롯하여 중소제조업, 건설업, 농수산업, 운수업 등으로 분류되며 1톤급 소형 경유자동차 사용자의 대부분은 도소매업, 중소제조업을 하고 있는 소규모업자에 속하는 것으로 볼 수 있다.

2) 소형 경유자동차의 연료 경제성 비교

현재 사용하고 있는 1톤 이하의 소형 경유 화물자동차 중에 주로 소규모업체에서 많이 사용하고 있는 1톤 이하의 자동차에 대한 연료소비량과 1일 주행거리를 살펴보면 표 7 과 같다.

이 표에서 보는 바와 같이 소형 경유자동차의 1일 평균주행거리는 147km로 조사되었고, 월간 연료비를 계산하면 디젤 자동차가

50.832 원이고, 가솔린 자동차가 124.031 원, LPG 자동차가 65.985 원이다. 이것을 경유자동차에 대하여 비교하여 보면 가솔린 자동차의 경우에는 월간 73,199 원이 추가 부담되며, LPG 자동차의 경우에는 15,153 원이 추가 부담되는 결과가 된다.

용달화물 운송업체에 대한 설문조사에 의하면 연료비의 추가부담액을 용달 운송업체의 월 순익에 차지하는 비율로 살펴볼 때 소형 경유 자동차 1대당 약 12%가 연료비로 추가 부담되어야 하므로 그만큼 운임인상요인이 발생할 것으로 생각된다.

따라서 용달화물 운송업의 경우 소형 경유 자동차를 가솔린 자동차로 대체되어야 할 경우에는 운임인상요인이 초래될 것으로 생각되며, 용달화물 운송업 이외의 업종에 대하여도 연료비 추가부담은 제품가격의 인상요인이 유발될 것으로 사료된다.

5.3 소형 경유자동차를 전부 LPG화하는 경우 연료수급면에서의 문제점

- 1) LPG 추가 수입에 따른 LPG 저장기지 설치 및 LPG 충전소 추가설비
- 2) LPG의 과다수입 및 지출증대
- 3) 경유의 사용대체방안

표 7 소형 화물자동차(1톤급)의 연료비 비교

비교사항 차종	1일주행거리 (km)	연료소비율 (ℓ/km)*	연료가격 (원/ℓ)	월간운행일수 (일)	연료비(원)	
					월 간	년 간
경유자동차(D)	147	0.076	182	25	50.832	609.991
가솔린자동차(G)	147	0.09	375	25	124.031	1,488.375
LPG자동차(L)	147	0.105	171	25	65.985	791.815
(G)-(D)	-	0.014	-	-	73.199	878.384
(L)-(D)	-	0.028	-	-	15.153	181.824

* (서울시용달화물자동차운송조합 설문자료, 1989)

* (W. M. Scott ; Light Duty Diesel versus Gasoline - A Comparison "Like with Like", p.6, 1977)

6. 결 론

위와 같은 조사 검토를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었으며 이를 요약하면

1) 자동차 배출물 규제 또는 기준의 제정 또는 개정에 있어서는 충분한 연구와 검토를 거쳐서 초안이 작성되어야 하며, 작성된 초안에 대해서는 누구나 자유로이 의견을 개진할 수 있도록 하고, 반대의견이 많을 때는 공청회 등을 통하여 각계의 의견이 충분히 수렴될 수 있도록 하는 등 신중을 기하여야 한다. 또 규제 또는 기준의 제정 또는 개정이 확정된 후 시행이 실시될 때까지는 충분한 준비기간이 주어져야 한다.

2) 경유자동차의 배출물 규제는 시행이 가능한 최대한으로 강화되어야 한다. 맑은 공기는 문명국가의 국민이 당연히 향유하여야 하는 권리가기 때문이다. 이를 위해서는 국내 자동차 관련 생산업체를 비롯하여, 학계, 연구소 등의 기술수준 향상을 위한 혁신적인 노력이 요청된다.

3) 소형 경유자동차의 배출물이 대기오염에 미치는 영향은 대형 경유자동차의 그것에 비하여 상대적으로 근소하므로 도시 대기오염의 효과적인 저감을 위해서는 오히려 대형 경유자동차의 배출물 규제 강화가 필요하다.

4) 운행중인 자동차의 배출물에 의한 대기오염이 심각하며, 적절한 노상단속의 강화 없이는 경유자동차 배출물에 의한 대기오염 방지는 불가능하다.

5) 배출물의 배출량과 조성은 자동차의 운전상태에 따라 크게 변화하므로 자동차 배출물 규제를 위한 주행 또는 운전모드는 우리나라의 자동차 주행상황을 대표할 수 있도록 선정되어야 한다.

6) 자동차 배출물 규제를 위한 검사방법을 변경함에 있어서는 사전에 충분한 연구 검토가 필요하다. 새 검사방법과 현재의 검사방법간의 상관관계가 불분명하고, 현재의 검사방법을 가지고도 소기의 성과를 달성할 수 있을 가능성을 배제하고, 새 검사방법에 의하여 국산 경유자동차가 검사되었을 때의 측정치가 어

떤 수준이 될지를 정확하게 파악할 수 없는 상태에서, 그 방법이 시행되고 있는 나라의 실정이나 우리나라의 기술수준을 고려하지 않고, 충분한 연구와 검토 없이 새 검사방법을 채택하는 것은 순리적이 아니라고 생각된다.

7) 자동차 배출물 규제를 위한 한국 고유의 주행 또는 운전모드와 검사방법을 개발하기 위해서 산·학·연 공동으로 충분한 시간을 가지고 본격적인 연구 검토를 시행하여 우리 실정에 적합한 소형 경유자동차 배출물 규제 방식을 찾아내는 것이 순리이고 최선의 방안이라고 확신한다.

8) 위 7항의 연구가 완결되어 새로운 규제방식이 제정될 때까지도 소형 경유자동차의 배출물 규제는 현행 규제방식에 따라 기술적으로 시행이 가능한 최대한으로 계속 강화되어야 하며, 이를 위하여 다음과 같은 연차적인 규제 강화안을 제안한다.

구분	연도	연령			비고
		81	93	95	
중중량 2.7톤 이하	HC (ppm)	670	670	670	95년 이후는 연구기간 3년, 시행은 7항의 일어지기에 2년은 규제방식과 규제치에 따른 것으로 확정
	CO (ppm)	980	980	980	
	NOx (ppm)	450	390	350	
	DI (ppm)	550	750	680	
마 연 전부하 (%)	F. A. S.	50	50	50	

9) 소형 경유자동차를 전적으로 가솔린 또는 LPG 자동차로 전환하려는 기도는 이 자동차의 생산 및 부품업체에 미치는 막대한 손실과 축적된 기술기반을 무너뜨리는 결과를 초래할 뿐만 아니라 우리나라는 산유국이 아니므로 장차 유류수급상 경유자동차의 재활용이 불가피해질때 시설 및 기술습득을 위한 재투자를 하여야 하는 우를 범하게 될 것이다.

또한 소형 경유자동차 관련 생산업체의 많은 종업원의 실직, 소형 경유자동차 사용업체의 손해 및 기존 운용 자동차의 보수부품 공급문제에 어려움을 초래하여 큰 사회불안을 야기시킬 우려가 있다.

10) 자동차 배출물에 의한 공해방지 대책을 효과적으로 또한 합리적으로 수행하기 위하여서는 이에 관한 계속적인 조사 연구가 필요하며, 전문가로 구성되는 연구위원회로 하

여금 자동차 배출물에 의한 공해방지에 관하여 조사 연구 및 평가를 하도록 하여 최소한 2년에 한 번씩 보고서를 제시하도록 함이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. 한국자동차공학회, 경유자동차 배출물 규제에 관한 조사연구(1989.6).
2. 에너지 통계연보 1988, 동력자원부 에너지 경제연구원, pp.72~78, 82~83, 106~107, 321~335(1988).
3. 석유류 소비실적 산업별 대비표(1987. 1.~1988.12), 석유개발공사(1988).
4. 교통신문, 9면, 1989년 3월 23일자(제 2192호).
5. 국립환경연구소, 경유자동차 오염물질 저감대책에 관한 연구(I), 과학기술처, pp. 249~306(1986).
6. **Motor Vehicle Pollution Control in Japan, 3rd revision, Automotive Pollution Control Division - Air Quality Bureau-Environment Agency, Japan, pp.15-24 (1988).**
7. 自動車公害防止技術に關する第9次報告, 環境廳自動車公害防止技術評價檢討會(1987) 및 第10次報告(1989).
8. 조합연비측정 모드 개발 및 목표 주행거리 재설정 연구, 한국동력자원연구소(1986.6).
9. 경유자동차 오염물질 저감대책에 관한 연구(I), 국립환경연구소(1986.6).
10. **M. Shimoda, M. Nakajima, K. Nakagome; Tendency of Particulate Emission from DI Diesel Engine and Analysis of its Origins, HINO Report No. 37 (1988).**
11. **J.B. Heywood; Internal Combustion Engine Fundamentals, pp.825-826, McGraw-Hill (1988).**
12. 자동차산업통계, 상공부, p.18(1987.7).
13. 자동차산업백서, 상공부, pp.68~69(1988).
14. 한국리서치, 화물자동차 구매 및 사용실태 조사, p.36(1986).
15. 서울시 용달 화물자동차 운송조합, 설문자료(1989).
16. **W.M. Scott; Light Duty Diesel versus Gasoline - A Comparison 'Like with Like', Institute of Mechanical Engineer, p.6 (1977).**