

大都市 自動車排出가스 저감대책

조강래 / 국립환경연구원
자동차공해연구담당관

1. 서론

최근 자동차의 급격한 증가는 1975년에 20만대에 불과했던 자동차등록대수가 1988년말에는 200만대에 이를 것으로 전망되어 이로 인한 대도시의 交通停滯와 자동차배출가스에 의한 大氣汚染은 날로 심화되어 가고 있는 실정이다. 특히 자동차배출가스에 의하여 크게 영향을 받고 있는 光化學옥시단트 농도는 매년 증가추세에 있을 뿐만 아니라 光化學옥시단트는 마라톤등 스포츠기록에 크게 영향을 미친다는 것이 알려졌기 때문에 88서울올림픽을 앞두고 그간 정부에서는 강력한 자동차배출가스 대책을 추진하여 1987.7.1부터는 일부 모델의 승용차에 대하여 그리고 1988.1.1부터는 모든 휘발유 및 LPG 승용차에 대하여 후처리장치인 觸媒裝置를 부착하여야만 이 규제기준치를 만족시킬 수 있는 低公害自動車를 생산보급하였으며 低公害自動車에 꼭 필요한 무연휘발유를 전국적으로 공급하게 되어 명실공히 低公害自動車時代에 돌입하게 되었다. 이와같은 본격적인 低公害자동차의 보급에도 불구하고 자동차배출가스로 인한 대기오염은 쉽게 개선되

려고 하지 않고 있다. 이는 선진외국과는 달리 우리나라는 디젤자동차의 보유비율이 세계어느 나라보다 높아 약 50%에 달하고 있으며 기존 운행중인 자동차의 일일주행거리가 높기 때문이다. 앞으로 低公害자동차의 지속적인 보급으로 노후차량의 대체 및 고정배출원에 대한 汚染物質 방지대책등을 적극적으로 추진함으로써 대기의 질은 점차 개선될 것으로 사료된다. 여기서는 자동차배출가스에 의한 대기오염저감을 위한 몇가지의 문제점과 그 대책에 대하여 간단히 살펴보고자 한다.

2. 저공해자동차 관리

低公害自動車라 함은 觸媒裝置를 부착하여 배출가스중 汚染物質인 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC) 및 질소산화물(NO_x)을 획기적으로 저감시켜 기존 배출가스 미대책 자동차에 비하여 오염물질을 90%이상 저감시킨 자동차를 말한다.

低公害自動車에는 엔진을 개량하여 汚染物質의 배출을 최소화하고 여기에 백금, 파라듐 및 로듐을 觸媒로 하는 三元觸媒裝置를 배기관에 장



착하여 CO와 HC는 탄산가스(CO₂)와 물로, NO_x는 질소(N₂)로 정화시킨다. 이와같이 촉매에 의한 染汚物質의 정화는 배출가스중에 포함된 산소(O₂) 농도에 크게 의존하며 O₂ 농도는 엔진의 연소질내의 공기와 燃料의 比 즉 空燃比에 의하여 좌우된다. 三元촉媒裝置에 의한 배출가스 정화는 空燃比가 理論空燃比(공기중 O₂와 연료가 반응하여 완전연소가 일어나는 이론적인 공기와 연료의 비율) 부근에 있어야 한다. 理論空燃比보다 공기가 많으면 CO 및 HC의 정화는 잘되나 NO_x는 잘 정화되지 않으며 반대로 理論空燃比보다 공기가 적으면 NO_x의 정화는 잘되나 CO 및 HC의 정화율은 현저히 떨어진다. 그러므로 低公害自動車에서는 배기관에서 배출가스중 O₂ 농도를 측정하여 O₂ 량에 따라 氯化器 또는 전자식연료분사장치에서의 空燃比를 조절하는 컴퓨터장치를 많이 사용하고 있으며 배출가스중 NO_x 농도를 줄이기 위하여 배출가스 재순환장치(EGR)를 사용한다. 三元촉媒裝置에 의한 배출가스중 오염물질 정화능력과 耐久度는 촉매 량에 따라 결정된다. 일반적으로 耐久度를 증진시키기 위해서는 촉매인 貴金屬量을 많이 사용하여야 한다. 低公害自動車の 배출가스중 오염물질 배출량을 규정하는 배출가스허용농도는 자동차의 초기 조건에서의 오염물질배출량을 평가하는 것이 아니고 자동차의 수명이 거의 다되었다고 보는 80,000km 또는 5년후의 오염물질배출량을 말한다. 즉 80,000km를 주행하여도 배출가스 허용기준에 만족되어야 한다. 그러므로 자동차의 촉媒裝置 내구도는 자동차의 내구도와 거의 같게 제작되어야 한다. 그러나 현재 우리나라에서는 촉媒裝置의 내구도의 평가에 해당되는 80,000km 주행후의 배출가스를 평가하지 아니하고 6,400km 주행후의 배출가스를 평가하고 있으며 이는 1989년말까지 실시하기로 고시하고 있다. 그러므로 1989년까지 생산하는 자동차배출가스 허용기준은 80,000km주행후의 허용기준을 유보하고 있으므로 低公害自動車の 목적달성은 자동차회사에 맞기고 있다.

低公害自動車는 기존 자동차와는 달리 배출가스 관련부품이 전자화됨에 따라 기존 엔진정비업에 종사하는 기술인들이 이와같은 새로운 기술에 대한 적응이 늦고 관련부품의 조달이 어려워 올바른 정비점검이 잘 이루어지지 않는 등 어려운 점이 따르게 된다. 이상과 같은 문제점을 해소하기 위하여 다음 몇가지 대책이 강구되어야 할 것이다.

① 低公害自動車の 초기정착을 위해서는 배출가스 관련부품의 내구도를 증진시키기 위한 대책이 강구되어야 한다.

즉 자동차 메이커는 80,000km 내구도시험을 적용하지 않는다 하더라도 외국과 같이 촉媒의 수명을 10만km~30만km로 유지할 수 있도록 하여야 하며 정부에서는 이러한 내구도 확보를 위한 행정지도를 하는 한편 운행중인 저공해 자동차의 배출가스를 측정하여 배출가스 방지장치의 내구도를 평가하여 정책에 반영하여야 할 것이다.

② 低公害自動車の 배출가스 방지장치와 관련된 양질의 부품을 시중에 원활히 공급하여 정비, 점검을 쉽게 하여야 할 것이다.

③ 어디서나 손 쉽게 정비·점검을 받을 수 있도록 정비체계를 이룩하고 정비자의 기술향상을 도모할 수 있도록 관계자의 보수교육등을 실시하여야 한다.

④ 자동차의 정기점검 및 검사시 배출가스 관련부품의 정상적인 작동 및 성능을 올바르게 평가할 수 있도록 시험검사를 철저히 하고 불량부품의 정비 및 교환이 이루어져야 한다.

⑤ 저공해 자동차의 배출가스 관련부품의 품질 확보와 국산화 및 기술개발을 위하여 체계적인 연구와 시험검사업무를 전담할 수 있는 자동차 공해연구소와 같은 기관이 설립되어야 할 것이다.

3. 디젤자동차 배출가스 저감대책

디젤자동차는 일반적으로 산소가 많은 상태 즉 空燃比가 높은 상태에서 연소하므로 불완전연소생성물인 CO 및 HC 배출량이 휘발유자동차에 비하여 낮으며 경유의 휘발성이 휘발유보다 낮기

때문에 증발가스나 부로바이가스에 의한 탄화수소의 배출량은 낮으나 NO_x 의 배출량이 많고 매연을 포함한 입자상물질과 황산화물(SO_x)의 배출량이 많다. 특히 디젤자동차에서 많이 배출되는 입자상물질은 觸媒裝置가 되어있는 휘발유자동차에 비하여 30~100배정도 더 많이 배출되며 평균직경이 0.1~0.3 μm 로 아주 작은 입자로 배출되며 이들 입자는 가볍고 荷電을 띄지 않기 때문에 공기중에 오랫동안 떠돌아 다니며 호흡에 의해 폐 깊숙이 흡입되며 벤조피렌과 같은 발암물질을 포함한 많은 종류의 독성화학물질을 함유하고 있기 때문에 질병을 유발시킬 수 있다는 사실이 최근 많은 연구결과 밝혀짐에 따라 미국과 같은 선진 외국에서는 디젤자동차의 보유비율이 수%에 불과하지만 都心을 보행하는 시내 버스를 비롯 대형디젤자동차의 입자상물질을 단계별로 엄격히 규제하고 있다. 디젤자동차는 같은 크기의 휘발유자동차에 비하여 에너지소비효율이 25%나 높으며 특히 정체가 심한 도심보행에 있어서는 35~40%의 에너지소비효율이 향상되기 때문에 자동차의 高價, 騒音, 振動 및 유지보수의 불편등에도 불구하고 계속 수요가 증가하였으나 최근 석유가의 안정과 디젤입자상물질의 엄격한 규제등으로 그 수요가 감소하고 있는 실정이다. 그러나 버스, 트럭과 같은 대형자동차는 대부분 디젤자동차이며 앞으로 이러한 추세는 계속될 것이나 미국에 있어서 1991년 및 1994년도에 적용되는 엄격한 입자상물질규제기준의 목표달성이 큰 관심사로 대두되고 있다.

우리나라에서는 油價의 현격한 차이등으로 그 보유비율이 50%로서 승용차수요의 지속적인 증가로 다소 둔화될 전망이나 앞으로 유가정책을 포함한 배출가스의 엄격한 규제등 정책방향 전환이 없는 한 소형승용차, 소형트럭을 비롯한 디젤자동차의 수요는 계속될 것이다.

한편 자동차제작사는 휘발유자동차의 수출과 국내의 엄격한 배출가스허용기준의 만족을 위한 기술개발에 총력을 기울이고 있을 뿐만 아니라 아직 디젤자동차배출가스 허용기준이 그렇게 엄

격하지 않기 때문에 디젤자동차의 배출가스방지기술에 대해서는 선진제국에 비하여 많이 뒤떨어져 있는 실정이다.

1) 新規製作車 對策

① 엄격한 허용기준의 단계적 설정

디젤자동차배출가스 방지기술은 휘발유 자동차배출가스 방지기술에 비하여 아직 뒤떨어져 있으나 최근 미국을 비롯한 선진국에서의 디젤자동차배출가스 특히 입자상물질과 NO_x 의 허용기준이 대폭 강화됨에 따라 이 분야의 기술이 급속도로 개발되고 있다. 디젤자동차에 있어서도 휘발유자동차에서와 마찬가지로 엔진내에서 오염물질을 제거시킬 수 있는 데 까지 제거시키고 감소시킬 수 없는 오염물질은 배기관에서 제거시키는 후처리 장치를 사용하여야 한다. 오늘날 디젤자동차에 많이 적용하고 있는 기술로서 전자식연료분사장치가 있다. 그리고 후처리 장치로는 세라믹필터와 같은 여과장치에 매연을 여과하고 여과된 매연을 연소시켜 제거하는 기술이 많이 연구되고 있으며 일부 실용화 단계에 있다. 우리나라에서는 이러한 신기술에 대해서는 아직 검토되고 있지 않으나 이러한 기술은 하루속히 도입 실용화하여야 할 것이다.

디젤자동차는 그 종류가 다양하고 배기량도 큰 차이가 있으므로 배출가스 허용기준의 제정시는 차종별, 크기별로 구분하여 정하여야 한다. 즉 소형디젤 승합차나 소형트럭(積載量1ton 미만)에 대해서는 미국과 같이 휘발유자동차와 같은 배출가스 규제를 정하고 매연보다 입자상물질의 규제를 하고 시내버스와 트럭은 그 규제시기를 달리하는 등 배출가스 규제에 신축성을 보여야 할 것이다.

② 경유의 脫黃

디젤자동차에 사용하는 경유의 품질중 가장 중요한 것이 黃함유량이다. 현재 우리나라의 경유중에는 0.4%이하의 黃을 함유하고 있다. 경유중에 황이 많이 함유되어 있으면 연소과정에서 황이 산화되어 아황산가스(SO_2)가 되고 다시 산화되어 황산염(SO_4^{2-})이 되어 엔진을 부식시킨

으로서 엔진의 노화를 촉진시켜 매연의 배출을 촉진시키는 간접적인 영향이외에 황은 SO₂ 및 황산염의 상태로 배출되므로 입자상물질의 배출을 증가시킨다. 그러므로 경유중의 황함유량은 0.05%이하로 하여야 할 것이다.

③ 대체연료의 사용을 위한 엔진개발

디젤자동차에서 많이 배출되는 입자상물질과 NO_x의 엄격한 규제는 필연적으로 여과장치의 부착이 요구되며 이에 소요되는 장치비용 및 輕油脫黃 등은 디젤자동차의 가격상승을 초래하게 된다. 알콜을 디젤자동차에 이용할 경우 엔진의 개량이 수반되어 기술개발에 필요한 시간과 돈이 소요되거나 알콜연료의 사용은 알데히드의 배출을 증가시키는 것을 제외하고는 거의 공해가 없는 자동차이다. 알데히드는 산화촉매장치에 의하여 정화시킬 수 있다. LPG 또는 LNG를 디젤자동차에 사용하면 매연을 방지할 수 있고 CO나 HC는 산화촉매장치에 의하여 정화할 수 있으므로 저공해자동차로서 이용가능한 연료이다.

앞으로 이들 대체연료 이용을 위한 엔진개발을 추진하여야 할 것이다.

2) 운행중인 디젤자동차 매연대책

디젤자동차는 휘발유자동차에 비하여 일반적으로 일일주행거리가 길고 高負荷영역에서 많이 운전되므로 엔진의 노화가 심하여 주기적인 點檢, 整備 및 檢使가 이루어져야 한다. 매연은 연료가 많이 분사되는 過負荷時에 많이 배출되므로 연료분사량을 조절하거나 악셀페달을 최대한 밟지 않으면 매연농도는 낮게된다. 그러므로 정비시는 규정량의 연료분사량을 조절하고 점검시에는 악셀페달을 최대한 밟아 올바로 매연을 측정할 수 있도록 하여야 한다. 운전자나 일반 정비자에 의하여 임의로 연료분사량을 조절하여 매연농도를 줄일 수 있도록 하여서는 안된다. 단속시나 검사시 연료분사량의 임의 조절에 의하여 매연을 줄이는 것을 막기 위하여 연료분사 조절부위의 封印을 하여야 한다. 이 봉인은 정비업소에서 실시하도록 권한을 위임하고 책임을 지도록 하면된다.

운행중인 디젤자동차에서 배출되는 매연의 저감방법으로 자동차배기관을 운전자가 백미러 등을 통하여 쉽게 볼 수 있는 위치에 설치하는 것은 매연을 저감시키는데 도움이 될 뿐만 아니라 차체보다 높게 위치한 배기구에서 나오는 매연은 멀리 확산되어 도로변의 보행자나 도로상에서의 운전자에 직접적인 피해를 주지 않는 등이점이 있을 것이다. 특히 최근에 실시하고 있는 시민고발에 의한 매연과다 발생차량의 정비지시등의 제도를 적극 활용하면 더욱 효과가 있을 것이다.

왜냐하면 사람은 누구나 양심을 가지고 있기 때문에 자기가 운전하는 차에서 시커먼 매연을 내뿜고 있는 것을 보면 정비하여야겠다는 마음이 생기고 시민에 의하여 고발등을 의식하기 때문이다. 요즘 대형트럭이나 트렐러등에서 많은 매연을 배출하고 있으나 배기관 끝이 차체 밑에 위치하고 있기 때문에 매연의 과다발생을 인지하기가 어렵다.

보다 더 적극적인 대책으로는 도심을 주행하고 있는 시내버스와 같은 차에 매연여과장치와 같은 방지장치를 부착하여 매연을 여과 제거하거나 LPG와 같은 가스상연료를 분사시켜 매연을 감소시키는 장치등을 개발 실용화 하여야 할 것이다.

4. 결 론

일반적으로 자동차공해대책은 고정발생원에 의한 공해대책보다는 많은 비용이 들고 더 어렵다. 그러나 자동차는 우리가 일상생활을 영위하는 생활주변에서 계속 운전되고 있기 때문에 이러한 자동차로부터 배출되는 오염물질은 우리에게 더 큰 피해를 줄 수 있다는 사실을 알아야 한다. 최근 급격히 증가하고 있는 자동차 배출가스로부터 대기오염을 방지하기 위해서는 디젤자동차에 대한 더 엄격한 배출가스규제와 저공해자동차의 사후관리의 철저로 우리가 매일 숨쉬며 살아가는 도시의 대기를 깨끗이 유지하여야 할 것이다.