



테마  
기획

# 대형 디젤엔진의 기술 개발 동향

글 ■ 이 동 인 / 대우중합기계(주) 엔진연구개발실, 부장 e-mail ■ egldi@dhilt.co.kr

이 글에서는 향후 강화되는 새로운 배출가스 공해 규제에 대응하는 대형차량용 디젤엔진의 개발기술 및 후처리 시스템에 대하여 살펴보고, 이러한 기술 적용에 따른 공해저감효과와 함께 연비 및 가격의 영향을 검토 분석하여 보았다.

전세계적으로 대기 공해 환경 개선에 대한 사회적인 요구로 인하여 디젤엔진의 배출가스 공해 규제는 날로 강화되고 있고(그림 1), 심지어 일부 지역에서는 디젤엔진의 사용 및 운행까지도 제한하기에 이르고 있다. 그 배경에는 디젤엔진의 경우 질소산화물(이하 NOx)과 입자상물질(PM : Particulate Materials) 이하, 그리고 매연이 주로 배출되는데, 특히 PM의 경우 최근 인체에의 유해성이 심각히 제기되고 있고, 이에 따라, 향후의 규제도 배출금지방향으로 추진되고 있다. 이러한 규제 강화에 대응하기 위하여 지금까지의 기존의 엔진 기술로 대응하기는 현실적으로 불가능하며, 따라서 새로운 기술의 도입이 필수적으로 요구되며, 이러한 기술로는 4밸브화, 전자제어 초고압연료분사시스템, 터보 인터쿨링, 가변터보, 냉각식 EGR 및 예혼합압축착화(HCC : Homogenous Charged Combustion) 등의 엔진 개선 개량의 분야와 함께 배출가스를 재처리시키는 후처리장치의 개발 장착도 선택적으로 적용되어야 하는 것으로 검토되고 있다.

그러나 주로 산업 및 수송 분야의 주동력

원으로 사용되는 디젤엔진의 경우, 배출가스 규제 대응시 연비의 악화가 반드시 수반되며, 이는 석유 소비의 대폭적인 증가와 함께 이산화탄소 배출량의 증가 등으로 인하여 지역적인 대기 환경을 개선되어도, 지구온난화 문제 등 지구 환경을 다시 악화시키고, 국가적인 경제적 부담을 증가시키는 문제를 야기하게 된다. 또한, 전술의 주요 적용 필수 기술들이 대부분 경유의 황함유율이 현재의 무게비 0.05% 이하보다 1/10 이하의 수준을 필수로 요구하는 바, 국가적으로 관련된 정유 분야의 대응이 동반되지 않으면, 엄청난 개발 노력에도 불구하고 환경 공해 개선은 소기의 목적을 달성하기가 어렵다.

따라서 대형 디젤엔진의 배출가스 규제에 대응하여 개발할 때에는, 저공해화와 연비와의 trade-off 특성, 신기술 적용에 따른 엔진 차량 가격의 증가, 연비 악화에 따른 소비자의 유지비 증가 등이 사전에 면밀히 검토 분석되어, 종합적으로 효율적인 방안이 강구 수립되어야, 배출가스 규제 강화에 따라 대기 공해 환경 개선이 성공적으로 나타날 수 있을 것이다.

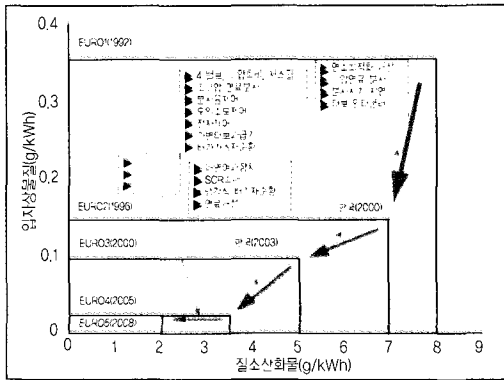


그림 1 대형디젤엔진의 배출가스 규제 및 대응 기술 (질소산화물 및 입자상물질)

### ○배출가스 규제 대응 기술 - 엔진

2000년 이전까지의 대표되는 배출가스 규제로는 Euro-2(1996년) 및 미국의 '98년 규제가 있으며, 이 규제에 대응되는 엔진이 현재의 엔진 기술을 대표하고 있다. 공통적으로 적용되고 있는 엔진 특징을 살펴보면, 직접분사식, 공랭식 터보인터쿨링, 고압연료분사 등이며, 일부 엔진에는 전자제어시스템이 적용되고 있다.

중대형 엔진에서 직접분사식, 공랭식 터보인터쿨링은 NOx/PM 대응을 위하여 반드시 요구되는 항목이며, NOx 및 PM제어를 위하여 높은 공연비를 확보하고, 연소실 내의 온도를 가능한 한 낮추고, 고비출력을 확보하여 연료소비를 최소화시키기 위한 필수 기술이다.

4밸브 시스템은 엔진의 가스교환 과정의 최적화, 열부하 개선 등의 일반적인 효과 이외에, 디젤엔진의 가장 큰 문제점인 매연/PM 발생을 최저화시키기 위하여, 흡인된 공기와 연료가 가능한 한 균일하게 연료와 혼합시키는 것이 주목적이며, 즉, 연료분사 노즐을 연소실 중심에 수직으로 장착시키기 위함이다. 이를 통하여 기존 2밸브 엔진 대비, 연비 향상, 배출가스 저감 및 고출력화의 효과를 얻게 된다.

연료분사 압력은 최저 1,100~1,600bar 수준이며, 기존의 기계식 연료분사장치는 1,100~1,200bar 수준, EUI(Electronic Controlled Unit Injector) 혹은 EUP(Electronic Unit Pump) 등의 경우 1,300~1,600bar 수준이 적용되고 있다. 이와 같이 고압화되는 이유는 PM 0.15g/kWh에 대응하기 위함이다. 연료분사압력의 고압화에 수반되는 문제점은 고압화에 따른 엔진의 전부하 특성 제어가 어려워지는 것이다. 이에 따라 기계식 연료분사펌프 조속기의 조정이 상당히 어려워지기 때문에 전자가 버너 등의 적용 사례가 많으며, 적정 NOx/연비 제어를 위하여 분사시기도 전자제어 시키는 엔진도 발표되고 있다. 그러나 전자제어장치(EMS : Electronic Managing System)이 선호되는 가장 큰 이유는 다음과 같다. 즉, 엔진에서 NOx를 감소시키는 주 방안은 분사시기 지연이며, 이 경우, 디젤엔진은 겨울철과 같이 대기온도 및 흡입공기 온도가 낮은 조건에서는 시동성이 악화되고, 시동후 백연 및 냄새가 매우 악화되는 단점이 있다. 이의 해결 방안으로는 예후열 등 시동보조장치의 용량 증대 등이 있으나, 근본적인 해결이 곤란하기 때문에, 시동시 분사시기 및 연료량 등을 적극적으로 제어 가능한 전자제어 시스템이 가장 확실한 방안으로 보여지기 때문이다. 이와 함께 분사시기의 자유로운 제어가 가능하면, NOx 감소에 따른 연비 악화를 최소화 가능한 점도 중요한 점이다.(그림 2)

디젤엔진의 PM 최소화를 위하여 전술한 기술 이외에도 엔진의 오일 소모율 개선이 요구되며, 그 이유는 배출가스의 PM 성분 중에는 오일 성분이 상당량 잔존되며, 따라서 오일 소비의 적극적인 저감없이 규제 대응은 곤란하다. 주요 대응 기술로는 실린더 보어 변형의 최소화와 함께 피스톤, 링 및 라이너의 최적화 개발 등이 필요하고, 보어 변



형의 최소화를 위해서는 실린더 블록 구조물의 강성 증대, 라이너의 두께 증대 등이 요구되며, 윤활유의 품질 향상도 중요한 항목으로 거론되고 있다.

이와 같은 기술을 통하여 Euro-2/US-98의 규제에는 대응이 가능하며, 현재 유럽 및 미국 시장에서 사용되고 있는 대형 디젤엔진의 특성은 대부분 전술한

기술 특징 범위 내에 속하며, 규제 대응시 엔진의 연료 소비율도 이전의 규제 대응 엔진보다 오히려 향상된 수준을 보이고 있으며, 출력 성능 및 내구 신뢰성도 증대되는 경향을 보임으로써 소비자에게도 호평을 받아 왔다. 그러나 차기 규제 즉, Euro-3 및 US-2004 규제 이후부터는 상황이 다르다. 그 첫 번째 이유로는 NOx의 대폭적인 규제 강화는 엔진 자체의 기술만으로는 대응이 곤란하고, 수반되는 연비 악화가 시장에서 수용되기 어려운 정도이며, Euro-4/US-2007의 PM 규제치 0.02g/kW 또한 디젤엔진으로 제어할 수 없는 수준이다. 즉, 향후의 배출가스 규제에 대응하기 위한 기술로는 엔진 자체의 개선 개발과 함께 배출가스를 별도로 처리해주는 후처리 장치의 개발 적용이 반드시 요구되며, 이와 같은 상황 변화는 앞으로의 디젤엔진 개발 개념이 변화될 수밖에 없음을 의미하게 된다.

먼저 Euro-3 규제 대응을 살펴보면 (한국의 경우 2003년부터 적용 예정), NOx 5.0g/kW, PM 0.1g/kW 수준이며, 이에 대응하기 위하여 상기 Euro-2 대책 기술 중에서, 4밸브, 전자제어가 필수로 요구되고, 연료분사압력 1,600bar 이상, 분사율 형상 제어 등이 요구되며, 기존의 열형 연료분사펌프(In-Line Injection Pump)로는 더 이상 대응이 불가능하고, EUI, EUP 및 CRIS (Common Rail Injection System, 그림 3)

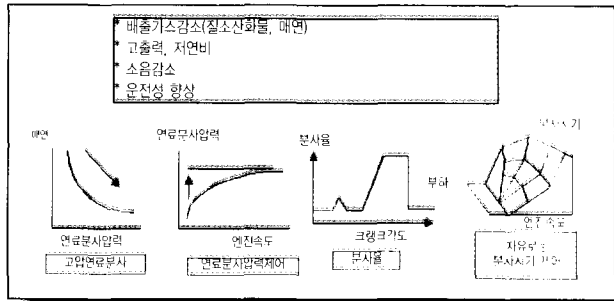


그림 2 연료분사장치의 요구조건

등 초고압 연료분사가 가능한 새로운 시스템이 도입되어야만 한다. 연료분사 제어의 측면에서는 선행분사(pilot injection) 후분사(post injection) 혹은 다중분사(Multi-Injection) 등이 연구 개발 중에 있으며, 이러한 최신의 분사 제어가 가능하다면 동일 NOx 수준에서의 연비 악화를 상당 수준으로 억제할 것으로 기대되나, 현재의 기술적인 수준으로 볼 때 CRIS 시스템만이 선행분사, 후분사, 다중분사 등 대부분의 요구에 충족이 가능할 것으로 예상된다.

새로운 분사제어를 제외한 상기 기술을 바탕으로 하여 NOx 5.0g/kW 대응시 약 10% 가량의 연비의 악화가 예상되고, 이는 일일 주행거리가 1,000km에 이르는 대형차량의 경우 상당한 연료비 증가를 초래하므로(연간 약 30만 km 주행시 연료비 증가 약 500~600만 원), 경쟁력 확보를 위하여 Euro-2 엔진의 연비 수준에 근접되는 개선이 요구된다. 그 방안으로는 EGR 시스템의 적용(그림 4), 가변 터보과급기 등이 유력하며, EGR 시스템은 고과급 터보 인터쿨링 방식을 적용하는 대형엔진의 경우, 반드시 추출된 배기가스를 냉각후 흡기에 재순환시키는 냉각방식이어야 하며, 또한 흡입 계통의 압력이 통상 배기계의 압력보다 높기 때문에 저압부에서 고압부로 가스가 유입될 수 있도록 해주는 펌프 등의 적용이 불가피하고, 배기가스 재순환에 의한 PM 증가를 억제하기

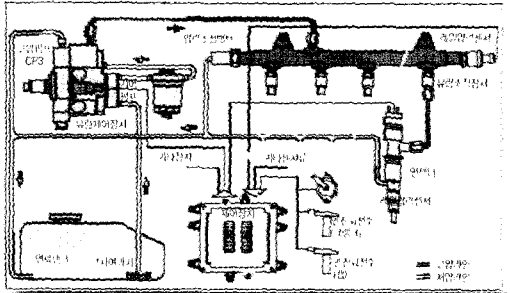


그림 3 Common Rail 연료분사시스템

위하여 연료분사 압력을 약 200bar 이상 증대시켜야 하기 때문에, 기존의 소형 차량용 시스템에 비하여 복잡하고 엔진 제어도 상대적으로 용이하지 않다. 최근에는 배기계에 매연여과장치를 장착하여 매연 및 입자들을 여과시킨 후 터보의 흡기 입구로 공급시켜주는 저압방식이 검토되고 있으며, 배기가스의 압력이 흡기 투입구보다 높아짐으로써 가압장치가 필요치 않고, 상대적으로 배기가스가 깨끗한 상태로 재순환 되어 NOx/PM의 저감 효과가 향상되지만, EGR 제어는 어려워진다. 동일 NOx 수준에서 고압방식과 비교시 연비는 약 3% 향상되며, PM은 약 1/4 이하로 감소가 가능하다.

가변 터보 과급기는 엔진의 작동 조건에 따라 터빈을 적절히 제어하여 항상 최적의 터보 효율을 유지하도록 하여 연비 향상을

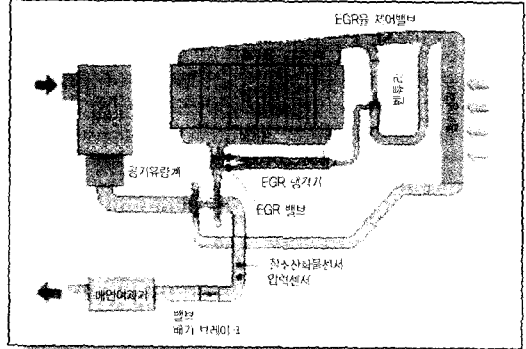
피하나, 전술의 냉각식 EGR에 비해서는 연비향상 효과가 적고 고가라는 단점이 있으나, 냉각식 EGR 시스템에서 가변 터보 과급기를 이용하는 방식이 적극적으로 검토되고 있다.

미국 2004년 규제의 대응에는 냉각식 EGR 시스템의 적용이 주를 이루고 있으며, 그 방식도 EGR 펌프 혹은 가변터보과급기 이용이 활발히 진행되고 있다.

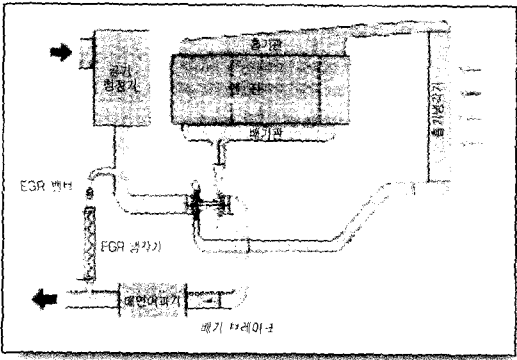
디젤엔진 연소의 미래 기술로 거론되는 예혼합압축착화연소는 압축 초기에 연료를 분사하여 충분한 혼합기가 형성된 후 압축과정 시 자연 발화를 일으키는 시스템으로써 그 열효율이 뛰어난 장점이 있는 것으로 평가받고 있으나, 발화시기 제어 및 실화(mistfire)의 위험이 많은 것으로 알려져 있으며, 아직은 기초 연구단계에 있으나, 2010년 이전에는 실용화가 가능할 것으로 예상된다.

○ 배출가스 규제 대응 기술 - 후처리 기술

2005년의 Euro-4는 NOx 3.5, PM 0.02g/kWh, 2008년의 Euro-V는 NOx가 다시 2.0 이하로 결정되었다. 이 수준은 엔진 자체의 개선 개발로는 대응이 불가능하며, 따라서 배출되는 가스를 재처리시켜주는 배기



a) 고압시스템(AVL 벤츄리방식)



b) 저압시스템 (정정 배기재순환)

그림 4 배기재순환 시스템



후처리 장치의 개발 적용이 불가피하다.

배기 후처리 장치의 경우에는 크게 PM 저감용과 NOx 저감용으로 구분할 수 있으며, NOx의 경우 약 40~70% 이상, PM의 경우 약 90%의 제거 효율이 요구된다.

PM 저감장치는 크게 여과지를 이용하여 여과시키는 방식과 플라즈마를 이용하는 방식으로 구분되며, 여과지 방식에는 주로 포집된 입자들의 처리 방식에 따라 전기히터식, 버너식 및 첨가제 방식 등이 있다.

대형차량의 주행 및 운행 특성을 고려할 때, 포집된 입자들의 처리가 실용화에 가장 큰 걸림돌이 되며, 따라서 최근 연속 재생될 수 있는 시스템 개발에 관심이 집중되고 있고, 대표적인 시스템으로는 Johnson Matthey 사의 CRT(Continuous Regenerating Trap)과 Engelhard 사의 CSF(Catalyzed Soot Filter)가 있다.(그림 5, 6)

CRT는 산화촉매(Pt catalyst)와 세라믹필터를 사용하는 연속재생 방식으로 유럽에서 특히 주목받고 있다. CRT에서는 연료의 황함유율 50ppm 이하가 필수로 요구되며, 배기가스의 온도가 230°C 이상, NOx/Soot 비가 8 이상이 되어야 정상적인 작동이 가능하다. PM과 CO, HC는 90% 수준으로 저감되고, NOx도 3~8% 정도 감소되는 것으로 보고되고 있다.

CSF는 필터 표면을 촉매 처리하여 Soot의 재생온도를 300~350°C로 낮추어 연속 재생 가능하도록 하였으며, PM 70~90%, CO 80%, HC 80% 수준의 저감효과가 있다고 발표되고 있다. 이 방식은 황함유율 100ppm 이상의 연료 사용시 배기온도가 높을 때 PM이 증가될 우려가 있다.

이외에도 Ce나 Fe 등의 금속첨가제를 연료에 투입하여 재생온도를 약 350°C 수준으로 낮추어 연속재생이 가능한 방식도 연구 개발되고 있으며, 대부분 연료의 황함유율 제한이 없는 장점이 있다.

NOx 저감장치로는 NOx Adsorber Catalysts, SCR(Selective Catalytic Reduction), DeNOx Catalyst, 비열식 플라즈마(Non-Thermal Plasma) 등이 연구 개발되고 있다.

NOx Adsorber는 NOx Trap이라고도 불리며, 희박운전영역에서 질소산화물을 흡착하였다가 농후운전영역에서 이를 방출하여 삼원촉매에서 질소로 환원되도록 하는 장치로 가솔린엔진에서 개발된 기술을 기본으로 하여 최근 적용범위가 가솔린 직분식 엔진과 디젤엔진으로까지 확대되고 있으나, 디젤엔진에서는 이와 같은 NOx Adsorber 시스템의 작동을 위하여 후기 연료분사가 필요하며, 이를 위하여 Common Rail System의 적용이 필수로 요구된다. 대형차량용 엔진의 경우 주로 고부하 영역에서 운전되기 때문에

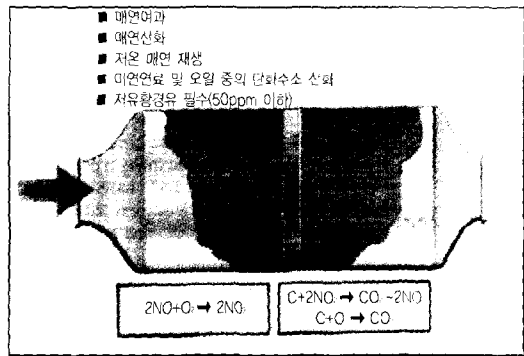


그림 5 연속재생 매연여과장치(CRT)

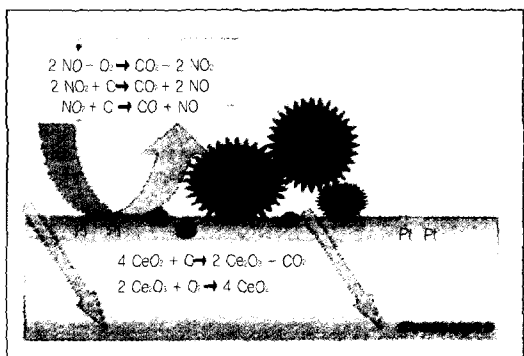


그림 6 촉매코팅 매연과장치(CSF)

연비 악화가 심해지고, 후처리 시스템을 포함하여 엔진 주요 부품의 열부하가 증가되는 단점 때문에, 그 적용 가능성은 아직은 없어 보이며, 유럽에서는 주로 소형 차량용의 적용 개발에 집중되고 있으나, 미국에서는 2007 규제 대응의 주요 기술로 주목되고 있다.

SCR 방식은(그림 7) 이미 잘 알려진 NOx 저감 기술로서 발전소 등에서는 널리 사용되고 있다. NOx 저감 및 연비 향상의 효과가 매우 크지만, 아직은 차량에의 시스템 장착의 용적 및 복잡성, 다양한 엔진속도와 부하를 고려한 촉매 선정 등의 문제가 있으며, 특히 본 장치는 250~500°C의 배기가스 온도 범위가 보장되어야 하며, 따라서 정지 출발이 반복되는 시내 운전 등에서는 배기가스 온도가 220°C 미만으로 될 경우, 암모니아가 황과 반응하여 황암모니아를 생성시켜 SCR 시스템이 비활성화되는 문제가 있다. 유럽 지역에서는 대형차량용 NOx 저감장치로 가장 주목 받고 있으나, 미국에서는 차량의 실 주행시의 배출가스 제어의 확실성, Urea의 공급기반 구축 등의 문제로 EPA(미국환경청)가 미국 실정에는 적합하지 않다고 발표하였다. 탄화수소를 이용하여 catalyst에서 NOx의 저감을 증진시키는 촉매를 "Lean NOx Catalysts", 또는 "DeNOx Catalysts"라 부르며, 다양한 종류의 금속성 재료를 이용한 Lean NOx Catalysts들이

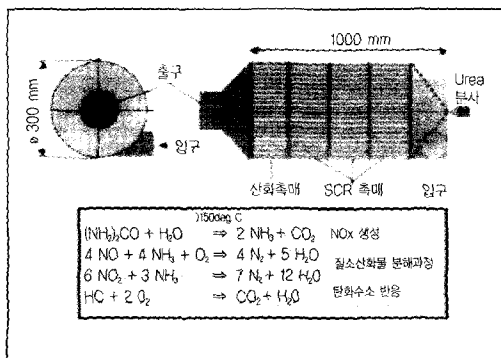


그림 7 SCR 장치

연구되고 있고, 최대 60%까지의 NOx 전환 효율이 발표되고 있으나, 디젤엔진 장착시 30%의 NOx 저감이 예상되나, 연비가 약 7% 악화되는 것으로 보고되고 있다.

비열식 플라즈마 방식은 새로운 기술의 후처리 시스템으로 주목 받고 있으며, NOx 및 PM의 동시 저감이 가능할 것으로 보고되고 있지만, 아직은 연구 개발 초기 단계이며, 실용화 적용이 가능한 일정은 불투명하다.

NOx 저감장치도 PM 저감장치와 마찬가지로 작동 신뢰성 및 효율성 향상을 위하여 시스템의 작동 온도 확대, 특히 엔진의 저부하 운전 영역 등 배기가스의 온도가 낮은 영역에서도 정상적으로 작동되도록 하는 것이 매우 중요하며, 이의 유력한 방안으로는 연료에 첨가제 투입하는 방안이 있고, 이 경우 첨가제로 인한 배출가스의 유해 배출 물질 생성 여부 및 엔진에 미치는 영향 등의 평가를 확인하는 것이 중요하다.

표 1에 주요 후처리 시스템의 배출가스 저감효과 및 작동 온도범위를 요약하였다.

향후 Euro-4 이후의 후처리 기술을 종합하면, NOx 및 PM 저감을 위한 두 가지 방안이 함께 고려되어야 하며, 엔진 자체 기술로는 냉각식 EGR을 통한 NOx 저감, 후처리 중 PM 저감을 위해서 CRT 혹은 CSF, NOx 저감을 위해서 유럽에서는 SCR, 미국에서는 NOx Adsorber의 채택이 유력할 것으로 사료된다. 그림 8에는 Euro 4/5 규제 대응에 따른 NOx-PM 및 NOx-연비 관계를 나타내었다.

### ○배출가스 대응 기술의 경제성 효과 비교

앞서 살펴본 향후 배출가스 규제 대응 기술의 실용화 보급은 각 기술 방식들의 기술적인 효과 측면만이 아니라, 사용자 입장에서 초기 차량 구입가격 및 운영 유지비에



표 1 배출가스 후처리장치의 특성

시스템	작동온도범위 (°C)	NOx(%)	CO(%)	HC(%)	PM(%)	BSFC(%)
산화촉매	180-300	0	>70	>70	30	1-2
Lean NOx 촉매	180-300	10-20	>70	>70	>25	2-4
SCR	180-550	70-80	20-40	>90	10-30	1-2
흡장형촉매	180-500	50-80	>70	>70	>25	5-8
비열식 플라즈마	180-300	40-60	>70	>70	>25	4-6
CSF	220-500	0	>70	>90	>90	1-3
CRT	220-500	0	>70	>90	>90	1-3

주종을 이루며, 엔진의 가격은 약 12,500달러 정도이다. 이러한 대형 디젤엔진은 차량에 탑재되어 평균 5년, 150만 km 주행한다고 가정하고, 현재의 경유가를 600원/리터로 할 경우, 연간 약 6,000만 원(10만 리터), 5년간 3억 원(50만 리터)의

미치는 영향 또한 매우 중요하다. 즉, 배출가스 공해 저감에는 우수한 시스템이지만 제조원가 및 유지비가 대폭적으로 증가되어 경제적인 부담이 증가된다면, 보급에 큰 장애가 될 수도 있기 때문이다. 따라서 새로운 기술을 개발할 때에는 운영유지비의 저감, 내구신뢰성 증대, 적정 성능 및 운전성 확보, 그리고 제조원가 절감을 통한 적정 판매가 유지 등이 종합적으로 검토되어야 한다.

여기서는 전술한 새로운 기술들의 예상 제조원가 및 유지비용 등을 비교 검토하고자 한다.

대형차량용 디젤엔진은 그 마력 범위 등이 다양하고 이에 따라 엔진 가격도 차이가 크지만, 대표로 400마력을 기준으로 비교 검토하도록 하겠다.

400마력급 디젤엔진은 약 12~13리터급이

연료비가 소요되며, 통상 총 수명기간 비용 중 연료비가 약 70% 이상을 점유하는 것으로 보고되고 있으며, 이것으로부터 대형 엔진의 연비가 수요자에게 가장 핵심이 되는 항목임을 알 수 있다.

먼저 앞장에서 살펴본 엔진 자체 개선 개발 기술들의 경우, 여러가지 기술들이 있으나, 그중 향후 가장 유력시 되는 EGR을 기준으로 할 경우, NOx는 약 40% 저감이 가능하며, 제조 원가상승은 약 120~180만 원 정도로 예상된다. EGR 적용에 따른 연비 개선효과는 약 3% 수준이므로, 연간 연료비 저감효과는 약 180만 원이 되므로, EGR 적용에 따른 구입가격 상승은 1년 정도에 회수 가능하므로, 적극적인 개발 적용이 바람직할 것이다. 그러나 EGR만을 적용시에는 PM 규

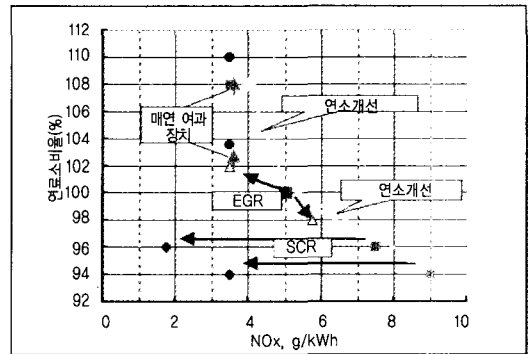
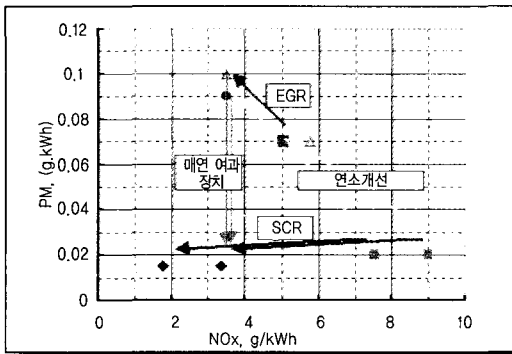


그림 8 유럽 배출가스 규제 대응기술 전략



제 대응이 불가능하며, 따라서 반드시 PM 저감을 위한 Trap이 필요하다.

후처리 장치는 앞서 언급된 대부분의 시스템이 현재 연구 개발중이며, 본격적으로 대량 생산되고 있지 않기 때문에 적용 예상 시점에서의 정확한 가격을 예측하기는 매우 어렵지만, 현재보다 대량생산 될 것 등에 의하여 가격이 약 1/2 이하로 낮아질 것으로 보면, Trap의 경우는 CRT를 기준으로 약 200~300만 원, SCR의 경우 약 250~350만 원, SCR+DOC의 경우는 약 300~450만 원 수준으로 예상된다.

Euro-4의 규제 대응 방안으로는 앞서 살펴본 바와 같이 EGR과 Trap 적용, SCR 혹은 SCR+Trap으로 정리되며, SCR 적용시의 연비는 현행 Euro-2의 연비 유지가 가능하나, EGR+Trap의 경우는 최소 3% 이상의 연비 악화가 예상된다.

SCR 적용시에는 EGR 적용시 대비 시스템 가격이 약 150~250만 원 증가되며, SCR 작동에 필요한 Urea 비용이 연료 소비량의 약 3%가 소모되고, Urea 비용이 연료가격의 약 1/6 수준으로 예상되므로, 연료비 저감효과는 EGR 방식 대비 약 2.5%가 된다.

이것은 연간 약 150만 원의 유지비용 절감 효과에 해당되고, 따라서 초기 구입 비용 증가는 약 1.5~2년에 회수가 가능하므로, 차량의 총 수명 기간 비용 측면에서는 EGR 방식보다는 SCR 적용이 유리하다고 할 수 있다.

그러나 어느 경우가 되었건 Trap 장착이 필수라고 보면, 초기 구입 가격이 400~700만 원 이상 증가되며, 차량의 탑재 장착 관련 비용 및 관련 제비용 포함시 기존 엔진 가격 대비 약 60~75%의 가격이 상승되므로, 소비자로서는 배출가스 공해 개선에 따른 지불 비용이 매우 크다고 하겠다.

따라서 엔진 및 차량 제작사의 기술 개발 시 배출가스 저감이라는 기술적인 목표와 함께 소비자의 비용 증가를 최소화시킬 수 있

는 제조 원가 절감, 연비 향상 노력이 더 한층 필요하고, 결국은 이에 따라 경쟁력이 좌우될 것으로 사료된다.

### ○ 맺음말

이 글에서는 향후 강화되는 배출가스 공해 규제에 대한 대형차량용 디젤엔진의 개발 기술 및 후처리 시스템에 대하여 요약, 정리하고 대우종합기계의 사업도 소개하였다. 2005년 예정된 Euro-4 규제 대응시부터는 매연여과장치 및 NOx 저감장치의 적용이 필수로 요구되며, 어느 시스템을 선정 적용할 것인가는 각 시스템들의 기술적 측면을 포함하여 차량의 총 수명 기간에 대한 비용 그리고 각 제작사의 엔진 및 차량 제품의 기술적 특성들을 세밀히 분석 검토하여 선정되어야 할 것이다.

### [참고문헌]

- [1] Cartellieri, W. "Worldwide Trend of Heavy Duty Truck Diesel Engine Technologies to Meet Future Stringent Exhaust Emission Legislations" JSME Conference, April 1998.
- [2] Zelenka, P. and Cartellieri, W. "Evaluation of future diesel engine technologies", AM-00-56, NPRA (2000).
- [3] Ryan, T. and Dodge, L. "Engine and aftertreatment technologies that will help meet 2007 standards for diesel engines" presentation of SwRI (2000).
- [4] Biaggini, G. and Knecht, W. "The advanced Iveco Cursor 10 heavy duty truck diesel engine" Seoul 2000 FISITA paper F2000A066 (2000).