

디젤자동차 매연저감장치

작성자: 동종인, 여상규

1. 정책수행시기

서울은 한반도의 중심부에 자리 잡고 있으며 주위에 북한산, 도봉산, 관악산 등의 높은 산으로 둘러싸인 분지형태로 풍속이 약한 상태에서는 대기확산이 잘 안 되는 요인으로 작용하고 있다. 최근에는 수도권지역의 인구증가와 중국의 공업화로 인하여 이 지역에서 발생한 대기오염물질에 의한 영향을 많이 받고 있다. 서울시의 인위적인 환경여건을 살펴보면 1965년부터 인구가 급격히 증가하여, 2014년 1,036만여명이 거주하고 있다. 대기오염의 주원인이 되는 자동차는 2014년 301만대로 1985년 45만대에 비하여 6.7배로 증가하였다.

서울의 연도별 PM10 농도는 황사일 제외 시 2003년 이후 감소 추이를 보이고 있으며 2014년 미세먼지 농도는 $44\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 나타냈다. 미세먼지는 계절에 따라 변화가 심해 주로 황사가 있는 봄철이 가장 높고, 겨울철에도 난방과 복사 냉각 등으로 대기정체 빈도가 많아 대체적으로 높게 나타나며, 강우량이 많은 여름철에는 낮은 농도를 보이고 있다. 또한 계절적인 미세먼지 변화 특성을 나타내고 있는데, 봄철에는 황사로 인한 미세먼지 농도가 가장 높은 특징이 있다.

미세먼지로 인한 환경상 위해를 예방하여 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 환경을 조성하기 위해 대기질 관리목표로서 국가에서는 대기환경기준을 설정 하고 환경여건의 변화에 따라 그 적정성이 유지되도록 하고 있다. 국가 대기환경기준에서 1993년에 미세먼지(PM10)을 추가로 설정하였다.

또한, 2006년 12월 4일 환경정책기본법 개정으로 2007년 1월1일부터 기존의 환경기준보다 강화된 기준을 적용하고 있으며, 새로운 항목인 초미세먼지(PM2.5)를 추가하고 이를 2015년부터 적용하고 있다.

표 1. 국내 및 서울시 대기환경기준

항목	국가기준	서울시기준	측정방법
아황산가스(SO ₂)	0.02ppm/년	0.01ppm/년	자외선형 광법
	0.05ppm/일	0.04ppm/일	
	0.15ppm/시간	0.12ppm/시간	
미세먼지(PM ₁₀)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	베타선흡수법
	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일	
미세먼지(PM _{2.5})	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	중량농도법 또는 이에 준하는 자동 측정법
	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /일	
이산화질소(NO ₂)	0.03ppm/년	0.03ppm/년	화학발광법
	0.06ppm/일	0.06ppm/일	
	0.10ppm/시간	0.10ppm/시간	
오존(O ₃)	0.06ppm/8hr	0.06ppm/8hr	자외선광도법
	0.1ppm/hr	0.1ppm/hr	
일산화탄소(CO)	9ppm/8hr	9ppm/8hr	비분산적외선 분석법
	25ppm/hr	25ppm/hr	
납(Pb)	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	원자흡광광도법
벤젠(C ₆ H ₆)	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ /년	가스크로마토그래피법

서울시, 인천시, 경기도가 위치하고 있는 수도권의 대기환경 개선을 위해 2003년 『수도권 대기환경 개선에 관한 특별법』이 제정되고, 이에 근거하여 2005년에 수립된 『수도권 대기환경 관리 기본계획』은 2014년 까지 PM10 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ 22ppb 수준의 대기질 개선 목표 수준을 설정한 바 있다.

그리고 『수도권 대기환경관리 기본계획』의 세부 추진계획은 제작자동차와 운행자동차, 교통수요 관리 등 자동차 관리분야, 대형 사업장 총량 관리분야, 중·소 사업장 및 면오염원 관리분야, 환경친화적 에너지와 도시관리 등의 사업을 포함하고 있다.

수도권 대기환경관리 2차 기본계획이 2013년 12월에 수립·고시된 바 있다. 2015~2024년 기간을 대상으로 하는 2단계 수도권 대기환경개선 특별대책은 목표농도 관리에 집중했던 정책방향을 인체 위해성에 중점을 둔 방향으로 전환하였으며, 『수도권 대기환경 개선에 관한 특별법』 규정에 따라 수도권 대기환경관리 2단계 기본계획의 추진을 위해 2014년에 2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획을 수립하였고, 오염원별 대기오염물질의 세부 저감대책은 운행경유차의 저공

해를 위한 배출가스 저감장치 부착과 사후관리, 제작차 배출허용기준 강화와 저공해자동차 보급 및 운행차에 대한 배출가스 관리와 함께 승용차요일제 확산, 저공해 조치 불이행 운행 경유차의 운행제한 검토 등 친환경적 교통수요 관리를 하고 있다. 또한 사업장에서 배출되는 오염물질 저감을 위하여 대형사업장에 대하여 연도별 배출 허용총량을 할당하고 할당량 이내로 배출량을 관리하는 오염물질 총량 관리제를 시행하고 있고 중소사업장에 대하여는 배출허용기준을 강화하고 환경친화적 에너지 공급확대, 청정연료 보급 확대 등을 추진하고 있다.

서울시에서는 2015년 초미세먼지 20% 줄이기를 중요 시책 사업으로 정하고 2018년까지 기존 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 연간 PM2.5 오염도 수준을 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 개선하기 위하여 노력하고 있다.

2. 당시의 상황: 정책 도입배경

국내 수도권의 대기환경이 폐암·조기 사망을 유발한다는 미세먼지 농도가 동경의 2배에 이르고 있는 등 각종 대기오염으로 인한 사회적비용이 연간 12조원에 달하며, 미세먼지로 인한 조기 사망자 수가 2024년 기준 연간 2만 명으로 추정되는 등 문제시 되었다. 인체에 유해한 미세먼지의 발생 원인은 경유자동차에서 주로 발생되고 있어 이에 대한 저감대책을 추진하게 되었으며, 서울시·경기도·인천시 등 대기관리 권역을 중심으로 수도권 대기환경개선에 관한 특별법에 의거 본격적으로 추진하고 있다.

2002년의 OECD의 발표에 의하면 1998~2000년의 서울시 미세먼지(PM10) 오염도는 OECD 국가의 대도시중 가장 나쁜 도시였다.¹⁾ 2002년에 개최된 월드컵을 좀더 쾌적한 환경에서 치르기 위해 오염물질 배출이 없거나 적은 저공해 차량보급에 대한 연구 및 정책을 적극적으로 시도하였다. 서울시에서는 대표적으로 자동차 저공해화사업으로 경유 시내버스를 CNG버스로 교체하는 사업과 트럭 등 중대형 노후 경유차를 저공해화하는 사업이 진행되었는데 저감장치부착사업은 노후경유차를 저공해화하는 사업내에 포함되어 있다.

한편, 서울시의 2003년도 PM10 농도는 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 주요 OECD 국가의 1.9~3.6배, NO2는 38ppb로 OECD 주요도시의 약 1.4~1.9배의 수준을 나타냈으며, 이로 인한 수도권지역의 사회적 피해비용은 연간 10조원으로 추정되었으며, 미세먼지에 의한 2000년 서울지역 사망자수가 1,940명으로 추정되었다. 이와 같이 높은 대기

1) 2011. 교통분야 오염관리 대책별 대기질 개선효과 분석. 환경부

질 농도를 개선하기 위해서 정부는 2003년 말 사업장 총량관리제도 도입, 저공해 자동차 보급의 활성화, 운행자동차 배출가스 관리 등과 같은 다양한 개선대책을 다룬 수도권 대기환경관리 기본계획을 수립하였다.²⁾

이 당시 서울의 자동차 등록대수는 급속한 산업화와 소득의 증대로 매년 10% 이상의 증가추세를 보이다가 1995년을 기점으로 증가 폭이 둔화되고 있다. 국내 전체 자동차는 1965년에는 4만여대에 불과했으나, 1997년에는 1,000만대를 초과하여 30여년 만에 250배 이상 증가하였다. 2014년에는 2,012만대로서 자동차 배출오염물질로 인한 대기오염 문제가 갈수록 심각해 지고 있다. 이중 약 44.5%에 해당하는 896만대가 수도권(서울·경기·인천)에 집중되어 있으며 특히, 서울의 경우 좁은 면적에 많은 인구와 더불어 15%의 차량이 집중되어 자동차 배출오염물질로 인한 대도시에서 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

표 2. 전국 및 서울의 자동차 대수 증가 추이

(단위 : 천 대)

	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2006	2009	2012	2013	2014
전국	201	528	1,113	3,395	8,469	12,060	14,587	15,895	17,325	18,871	19,401	20,118
서울	85	207	446	1,194	2,043	2,441	2,777	2,857	2,955	2,969	2,974	3,014

2014년 말 기준 경유차 보유율은 33.1%로 외국에 비하여 상대적으로 높은 편인데, 이는 산업 및 에너지 정책상 경유 가격이 휘발유 가격보다 저렴하고 연비가 약간 우수하다는 데 그 원인이 있다. 외국의 경유차 보유율은 미국이 3%, 일본이 13%, 독일이 18% 수준이나 엔진 및 매연저감 기술개발이 향상됨에 따라 경제적이점이 있어 보급이 확대되고 있다.

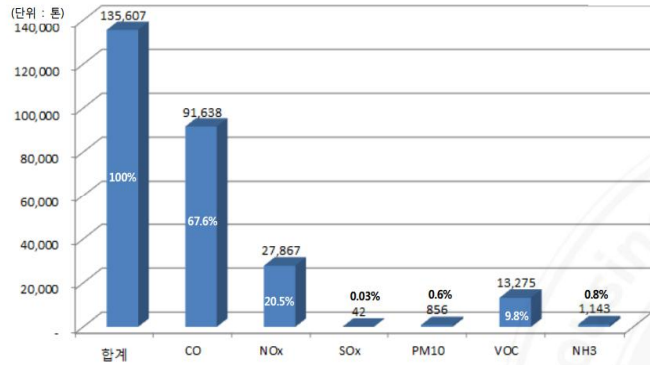
표 3. 서울의 차종별 등록 현황

(단위 : 천 대)

구분	1994	1996	1998	2000	2004	2006	2009	2010	2012	2013	2014
계	1,932	2,168	2,199	2,441	2,780	2,857	2,954	2,981	2,969	2,974	3,014
경유 차량	433	473	471	542	797	848	854	863	899	937	997
휘발유·가스 차량 등	1,499	1,695	1,728	1,899	1,983	2,009	2,100	2,118	2,070	2,037	2,017

2) 2005. 수도권 대기환경관리 기본계획, 환경부

자동차에 의한 대기오염물질 배출량은 2011년 기준으로 135,607 톤으로서 총 배출량의 52%를 차지하고 있으며, 오염물질별로는 일산화탄소의 81%, 질소산화물의 45%, 미세먼지의 49%가 자동차에서 발생되고 있다고 평가되고 있다.



- 출처 : 국립환경과학원 발표자료('14.03.12) -

그림 1. 자동차로 인한 오염물질 배출량

『1차 수도권 대기특별대책』은 맑은 날 남산에서 인천 앞바다가 보일 정도의 시정을 확보한다는 것이었다. 이러한 목표 달성을 위하여 2005년부터 2014년까지 10년동안 국고 및 지방비를 포함하여 약 4조원의 예산 투입을 하였다. 특히, 노후 경유자동차 배출가스 저감사업으로서 전체 예산의 90% 투입을 계획하여, 노후경유차의 저공해화를 적극 추진하였다. PM10 40 μ g/m³ (동경수준), NO₂ 22ppb (파리수준)으로 개선목표를 정하였다.

이후 『2차 수도권 대기특별대책』은 맑은 공기로 건강한 100세 시대를 구현하여 2015년부터 2024년까지 목표를 달성을 위한 노력을 진행하고 있다. PM_{2.5} 20 μ g/m³, PM₁₀ 30 μ g/m³, NO₂ 21ppb, O₃ 60ppb 등으로 개선 목표를 정하고 있으며, 경유차 중심에서 휘발유차, 가스차로 확대 하였다.

111741492670449

특정 경유자동차는 『대기환경보전법』 제46조에 따른 배출가스 보증기간이 지난 자동차 『대기환경보전법 시행규칙』 별표5 제3호의 경자동차, 승용자동차 및 표 제4호 및 제5호의 자동차는 제외되며 아래 표와 같다.

표 4. 대기환경보전법 시행규칙 [별표5 호]

특정경유자동차		특정경유자동차 (일부자동차 제외)	제외대상 자동차	
제1호 2000.12.31.까지	제2호 2001.1.1.부터 2002.6.30.까지	제3호 2002.7.1.이후	제4호 2006.1.1.이후	제5호 2009.1.1.이후
경유자동차 전체	경유자동차 전체	<제외대상> -800cc미만 경자동차 -총중량 2.5톤 미만 승 차정원8인 이하의 승용자 동차	경유자동차 전체	경유자동차 전체

대기환경보전법 시행규칙 별표 18에는 경유자동차의 제작시기에 따른 배출가스 적용기간에 대하여 규정하고 있다.

표 5. 대기환경보전법 시행규칙 [별표18]

제작시기	적용기간	자동차 종류				
		승용자동차	소형화물			
1997.12.31.이전	1991.2.2. 부터 1992.12.31. 까지					
	1993.1.1. 부터 1995.12.31. 까지	5년, 80,000km				
	1996.1.1. 부터 1997.12.31. 까지	5년, 80,000km	40,000km			
1998.1.1.부터 2000.12.31.까지	1998.1.1. 부터 1999.12.31. 까지	60,000km	5년, 80,000km	60,000km	-	
	2000.1.1. 부터 2000.12.31. 까지	5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	2년, 40,000km	
2001.1.1. 부터		경자동차	승용자동차	다목적	중형자동차	대형자동차
2002.6.30. 까지	2001.1.1. 부터 2002.6.30. 까지	5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	2년, 80,000km
2002.7.1.이후 2005.12.31. 까지		경자동차	승용1·승 용2	승용3·화 물1·화물2	승용4·화 물3	건설기계
	2002.7.1. 부터 2002.12.31. 까지	5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	2년, 80,000km	
	2003.1.1.이후	5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	2년, 160,000km	1년, 20,000km
2006.1.1.이후 2008.12.31. 까지		경자동차	소형 승용	소형화물, 중형 승용·화물	대형·초대 형 승용·화물	건설기계
		5년, 80,000km	5년, 80,000km	5년, 80,000km	2년, 160,000km	1년, 20,000km
2009.1.1.이후		경·소형· 중형· 승용·화물 차	대형 승용·화물 차	초대형 승용·화물 차	건설기계 원동기	
		10년, 160,000km	5년, 80,000km	6년, 200,000km	7년, 500,000km	1년, 20,000km
2013.1.1.이후		10년, 160,000km	6년, 300,000km	7년, 700,000km	10년, 8,000시간	
2016.1.1.이후		10년, 160,000km	6년, 300,000km	7년, 700,000km	10년, 8,000시간	

T11741492670449

3. 정책의 중요성

자동차의 급격한 증가로 대기오염의 52%를 차지하는 등 자동차가 대기오염의 주된 원인으로 대두되고 있으며, 외부유입을 제외한 미세먼지는 대부분 경유차 운행에서 유발되고 있는 것으로 나타나고 있다. 자동차 연료소비의 급증은 대기오염물질 배출 증가로 연계되며, 이는 서울시의 대기환경 수준에 부정적 영향을 미치게 된다. 수송부문의 대기오염물질 배출은 그 비중이 70%를 상회하며, 그 중에서도 특히 자동차 부문의 대기오염물질 배출비중이 점차 증가하고 있는 추세이다.

대기오염은 건강, 재산 및 생태계 피해로 이어지기 때문에 오염물질의 배출량이 증가할수록 그 피해는 누적적으로 커지게 되며, 이러한 문제는 단위 도시지역을 벗어나, 광역적인 환경문제로 확대되어 날로 그 심각성이 더해가고 있다. 소득 증가와 물동량의 증가로 인한 자동차 보급대수의 증대는 자연스러운 추세라고 한다면, 사후적 처리방안으로 매연여과장치(DPF)의 부착을 통해 경유 자동차의 대기오염물질 배출량을 현저하게 감소시킬 수 있기에 중요성이 부각된다.

2004년 서울시 미세먼지(PM10) 농도 수준은 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2015년 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 크게 개선되었으나, 그러나 최근 동북아 장거리이동 오염물질의 유입 영향으로 미세먼지 농도가 다소 상승하는 경향을 나타내고 있다. 이산화질소는 2008년 이후 완만하게 감소하거나 크게 변화하지 않는 경향을 나타내고 있다. 그러나 1차 대기환경 개선 시행계획의 추진으로 서울시의 시정거리와 도로변 오염도가 크게 개선된 것으로 평가되고 있다.

미세먼지(PM10)농도 개선에 따른 시정거리 개선에 관련하여, 2004~2013년 기간 연도별 평균 시정거리 변화 패턴을 살펴보면, 2004년 12.3km에서 2013년 13.1km로 시정거리가 개선되었으며, 가시거리 20km 이상 일수가 2007년 76일에서 2010년 202일, 2012년 274일, 2013년 205일로 일수가 일부 증가된 것으로 나타났다.

저공해 조치를 이행하지 아니한 차량에 대해서는 관리의 필요성이 제기됨에 따라 2011년 1월부터 저공해 조치 이행명령 통보 후 6개월이 경과됨에도 이를 이행하지 않은 경유자동차에 대하여 과태료 부과 등 행정적 제재 수단을 시행하여 저공해 조치 참여를 적극 유도하고 있다.

4. 디젤 매연저감장치 보급 사업 실적

1) 시범사업 추진

서울시는 2004년에 운행경유차 저공해시범사업을 추진하였다. 보급실적은 관용차 및 시내버스 880대 중 DPF장치 부착 280대, DOC장치 부착 150대, LPG 개조 450대를 보급하였으며, 사업비는 DPF장치는 국비 100%로 지원하였고, DOC장치 및 LPG 개조는 국비와 시비 각 50%로 진행하였으며, 전액지원을 하여 보급하였다.

2) 본격사업 추진

서울시는 시범사업 이후 2005년부터 본격적인 사업추진을 하였다. DPF장치 부착 7,789대, DOC장치 부착 1,490대, LPG개조 2,814대, 조기폐차 37대 등 총 12,130대에 보급하였으며 사업비는 국비와 시비 50%로 진행하였다. 2006년부터 현재 까지 장치비용의 70~95%지원을 하고 있다.

3) 의무화 추진

서울시는 2008년부터 의무화대상을 특정경유자동차 중 총중량 3.5톤 이상이고 차령이 7년을 경과한 차량에 적용하였으며, 지원방법은 장치비용의 70~95%를 지원하고 있고, 사업비는 국비와 시비 각 50%를 부담하였다. 2009년에는 의무화대상을 특정경유자동차 중 총중량 2.5톤 이상이고 차령이 7년을 경과한 차량으로 확대하였으며, 지원방법은 장치비용의 70~95%를 지원하고, 사업비는 국비와 시비 각 50%으로 부담하였다.

5. 정책목표

111741492670449

운행경유차 저공해화 사업은 대기오염의 위해로부터 천만 서울시민의 건강을 보호하고, 쾌적한 생활을 영위할 수 있도록 오염물질을 다량 배출하는 운행 경유차에 배출가스 저감장치 부착, LPG 엔진개조, 조기폐차를 유도하는 대기환경 개선사업이라 할 수 있다. 서울시에서는 신차에 비해 오염물질이 다량 배출하는 2005년식 이전 운행경유차에 대해 2019년까지 38만대의 노후 경유차에 배출가스 저감장치 부착 등 저공해조치를 완료하여 안전한 수준의 대기질을 확보하고자 하고 있다.³⁾

표 6. 서울시 대기질 개선 목표

구분	2014	2024
PM ₁₀	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM _{2.5}	-	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO _x	22ppb	21ppb

비고] 초미세먼지(PM2.5)의 경우 달성목표연도를 2018년으로 조기 달성하고자 함

6. 주요 정책내용

서울시의 디젤자동차 매연저감장치 부착사업을 통해 2015년 현재 DPF부착을 포함한 저감장치 보급을 150,948대에 부착하였다.

추진대상은 그 동안 수도권 대기환경개선에 관한 특별법 및 시도 조례에 의거 배출가스 보증기간(총중량 3.5톤 이상 2년, 총중량 3.5톤 미만 5년)이 지난 특정경유자동차 중 총중량 2.5톤 이상이고 차령이 7년을 경과한 경유차에 대해서는 배출가스 저감장치 부착 등을 2008.1.1일부터(총중량2.5~3.5톤 미만 : 2009.1) 의무화 하였으며 배출가스 저감장치 부착비용의 83~96.5% 정도를 국·시비를 통해 지원해 주고 있다.

특히, 2013년~2014년도에는 초미세먼지 유발물질인 질소산화물 저감을 위한 시범사업으로 대형 경유버스에 PM-NOx 동시저감장치(106대) 시범사업의 성능평가 후 2015년부터 확대 추진하고 있다.

디젤자동차 매연저감장치 사업 추진에 대한 효과분석은 장기적으로 평가하여야 하나, 현재까지 나타난 결과만으로는 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상의 고농도 발생일수는 감소하고 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하의 저농도 발생일수는 증가하는 등 서울의 미세먼지 오염도가 점차 개선되어 가고 있으며, 시민들이 느끼는 체감 오염도인 매연 발생 차량 신고 건수도 크게 감소하고 있다.

디젤자동차 매연저감장치 사업은 수도권 지역의 대기질 개선을 위하여 2005~2024년까지 추진계획이 수립되어 있으며, 2009년부터는 부산광역시, 대전광역시, 대구광역시, 광주광역시, 울산광역시 등 5대광역시까지 부분적으로 확대 추

3) 2014. 운행경유차 저공해화 사업, 서울시 정책실

진되고 있다.

디젤자동차 매연저감장치를 부착 후 사후관리가 무엇보다도 중요하다. 따라서 서울 시에서는 디젤자동차 매연저감장치 부착 초기부터 사후관리의 중요성을 충분히 인식하여 제작사를 독려하고 자체 사후관리 점검반을 활용하여 저감장치 부착 차량에 대한 매연점검을 통해 장치의 성능이 발휘되지 못한 차량에 대해서는 개선명령과 함께 필요 시 탈거 등의 조치를 하고 있다.

매연저감장치 등을 부착한 차량은 제작사에서 보증기간 3년(DPF 3년 또는 16만 km, DOC/LPG개조 3년 또는 8만km) 동안 무상으로 장치에 대해 A/S를 받도록 하고 있으며, 매연저감장치 1종의 경우에는 수도권 지역 내 설치된 클리닝센터 40여 개소를 통해 장치 성능 유지 시 연1회 무상으로 필터 클리닝을 받을 수 있도록 하였다.

또한 『수도권 대기환경 개선에 관한 특별법』으로 사고, 천재지변, 화재, 도난 등 운행이 불가능한 경우를 제외하고는 2년 이상 의무운행 하여야 하며, 폐차 시에는 저감장치 등을 (사)한국자동차환경협회에 반납토록 하고 있다.

만일, 사고나 천재지변 등 예측이 불가능한 사유 없이 의무운행기간 전에 탈거를 하거나, 장치반납을 이행하지 않은 경우에는 해당 보조금을 반환하여야 한다.

저공해장치로 인해 발생할 수 있는 불편사항을 처리하기 위해 각 제작사별로 A/S 접수 콜센터 및 개선조치를 위한 클리닝센터를 설치하여 운영하고 있으며 A/S과정에서 차량소유자와 제작사 사이에 이견이 발생하면 서울시에서 직권으로 중재(조정)을 통해 해소하고 있다.

매연저감장치(DPF)가 성능저하 판정으로 탈거되는 원인의 대부분은 인증조건에 미달한 운행여건이며 극히 일부는 제작사의 사후관리 미비, 차량소유자의 정비 불량 등으로 분류할 수 있으며, 이론적으로 매연저감장치 (DPF)는 발생하는 매연을 80%이상 저감시키므로 차량 소유주는 매연저감장치 부착 이후에도 매연이 적게 발생 되도록 최선의 노력을 기울여야 한다.

장치 탈거 후에는 장치부착시 부여한 혜택이 취소되어 환경개선부담금 및 배출가스 검사사무를 이행하여야 하고, 제작사는 보조금을 반납하여야 한다.

한편, 서울·인천·경기도는 대기질 개선효과 극대화를 위해서 대기오염의 광역적 특성을 감안하여 수도권 전체지역을 대상으로 공동 추진하기로 합의하고, 관계

전문가, 시민 등 광범위한 의견 수렴을 거쳐 2010년부터 수도권에서 시행하고 있다. 대상차량은 총중량 2.5톤 이상, 7년 이상된 노후경유차 중 서울시로부터 저공해조치명령을 받고 6개월 이내에 저공해조치를 이행하지 아니한 차량과 배출가스 종합검사결과 기준에 부적합한 차량이다.

디젤자동차 매연저감장치 부착 등 미조치 차량에 대해서는 주요 도로에서 운행을 단속하고, 적발된 차량에 대하여 1개월의 계도기간을 거쳐 20만원의 과태료를 부과한다.

또한 경유차량이 많이 통행하는 올림픽대로 등 주요 간선도로에 CCTV를 통한 무인단속시스템을 구축하여 연중 점검함으로써 저공해조치 미이행 차량의 단속을 강화하고 있다

- 운행제한 단속시스템 구축 현황 (2012.3월부터 운영)
 - 서울시내 주요간선도로 7개 지점에 24대 카메라를 설치 저공해조치 미이행차량 단속
- 운행제한 단속시스템 단속실적 현황 (2014년도)
 - 미이행차량 746대 적발하여 679대 경고 조치, 67대는 과태료 부과



그림 2. 운행제한 단속시스템 설치 현황

DPF 부착은 중대형 경유자동차에 부착하는 장치로서 자동차 배출가스에 포함되어 있는 PM 등 오염물질을 촉매가 코팅된 필터에 포집 산화시켜 이산화탄소와 수증기로 전환하고 제거하여 매연을 70%이상 저감하며, p-DPF는 3.5톤 이하의 중·소형

자동차에 부착하여, 배출가스 중의 매연을 포집하지 않고, 촉매를 이용해 변환시키는 특성으로 인해 별도의 사후관리가 필요하지 않다. DOC는 소형 경유자동차에 적용하는 장치로서 입자상물질 저감효과가 10~20%정도로 경제성에 비해 성능이 부족하여 2011년부터 부착을 중단하였다. 2005년부터는 시내버스 및 사업용 차량 등을 중심으로 본격적인 저공해화 사업을 추진하여 2013년 말 현재 DPF 부착 89,423대를 추진하였으며, 2019년도 까지 매년 6,600대의 DPF 장치를 부착하고 있다. 저공해사업 추진대상은 그동안 수도권대기환경개선에 관한 특별법 및 시·도 조례에 의거 배출가스 보증기간(총중량 3.5톤 이상 2년, 총중량 3.5톤 미만 5년)이 지난 특정경유자동차 중 총중량 2.5톤 이상이고 차량이 7년을 경과한 경유차에 대해서는 배출가스 저감장치 부착 등 저공해 조치시 비용의 90~95% 정도를 국·시비를 통해 지원하고 있다.

표 7. DPF 장치 현행금액, 효과

구 분	정부지원금 (천원)	자부담금 (천원)	대상	저감효과		
				PM (HC)	NO _x	
DPF	자연대형	5,575	511	대형 11,000cc 이상 중형 6,000~11,000cc 소형 3,000cc 이하	80% 이상	-
	자연중형	5,232	477			
	복합대형	10,056	959			
	복합중형	7,809	737			
	복합 소형	승합 3,672 화물 3,764	401 330			

서울시에서는 저공해조치 차량의 장치 정상작동 여부 및 배출가스 기준 준수여부 등을 연중 수시 점검하여 장치고장 등 문제차량에 대해서는 시정조치 등 저공해 조치 차량의 지속적인 모니터링을 병행하고 있다. 만약 장치 파손 등 성능유지가 곤란한 장치들은 재활용 장치를 무상 제공하여 저공해 조치 차량의 성능유지 및 지속 사용을 유도하고 있다.

111741492670449

서울 및 수도권에 등록된 경유자동차(경자동차 및 승용차 제외) 중 대기환경보전법에서 규정한 배출가스 보증기간이 지난 자동차를 특정경유자동차로 규정하고, 특정경유자동차에 대해서는 운행차 배출허용기준보다 강화된 배출허용기준을 적용하였다.

특정경유자동차는 정밀검사를 실시하여 배출허용기준에 적합하면 그대로 운행할 수 있지만 배출허용기준에 적합하지 않으면 재검사, 배출가스 저감장치(DPF, p-DPF,

DOC)부착, 저공해엔진 개조, 조기폐차 중 하나를 선택하여 조치해야 한다.

배출가스 저감장치를 선택하는 경우, 매연농도가 저감장치의 인증조건에 적합해야 하며, 인증조건에 부적합할 때에는 정비·점검후 매연농도가 적합할 때에만 저감장치를 부착할 수 있다.

일반적으로 중·대형 자동차는 제1종 배출가스 저감장치(DPF: Diesel Particulate Filter)를 부착하도록 하고 있으며, 중형 자동차에는 제2종 배출가스 저감장치(p-DPF: Partial Diesel Particulate Filter) 부착 및 저공해엔진(LPG엔진) 개조가 실시되고 있다. 소형 자동차는 2009년까지 제3종 배출가스 저감장치(DOC: Diesel Oxidation Catalyst) 및 LPG엔진 개조가 실시되었으나 2010년부터는 DOC의 부착이 중단되고 대신 소형 p-DPF가 부착되고 있다.

지원금액 중 유지관리비를 한국자동차환경협회에 직접 적립하고, 장치제작자 등은 유지관리 후 증빙서류를 첨부하여 해당 비용을 청구하면 협회에서 이를 확인한 후 지급하도록 하였다. 협회에서 관리하는 유지관리비용은 DPF인 경우 보증기간 3년간 년 1회씩 실시하는 클리닝 비용 30만원과 콜모니터링 비용 1만원이 포함된다.

저공해화에 참여한 차량에 대해서는 환경개선부담금과 정밀검사 면제와 같은 혜택이 주어졌다. 다만, 매연저감장치 부착 및 엔진개조 후 2년간 의무적으로 운행하도록 하였다.

운행경유차의 저공해화 사업 추진에 있어서 저감장치 부착 후의 사후관리가 무엇보다 중요하다. 따라서 서울시에서는 저공해화 사업 초기부터 사후관리의 중요성을 충분히 인식하여 제작사를 독려하고 자체 사후관리 점검반을 활용하여 저감장치 부착 차량에 대한 매연점검을 진행하였다. 매연점검을 통해 장치의 성능이 발휘되지 못한 차량에 대해서는 개선명령과 함께 필요시 탈거 등의 조치를 취했다.

7. 기술적 내용

DPF는 Diesel Particulate Filter Trap의 줄임말로 매연연과장치를 말한다. 이 장치는 디젤엔진에서 배출되는 입자상물질을 필터로 포집한 후 이것을 태우고(재생) 다시 입자성 물질을 포집하여 계속 사용하는 기술로서 매연을 80% 이상 저감할 수 있어 성능면에서는 우수한 장점이 있다. DPF는 대체로 중대형 경유자동차에 부착하며, 소형 경유자동차에는 기술적용이 가능한 2007년부터 기술이 적용되었다. 현

재 경유자동차의 입자상물질 등 유해배출가스를 줄이기 위해 신뢰성/내구성 및 가격적인 측면에서 실용가능성이 입증되어 세계적으로 보급중에 있는 후처리기술로는 크게 다음과 같이 네 가지로 나눌 수 있다.

- 1) 자동차 배출가스 성분중 입자상 물질 (Soot 를 포함한 Particulate)을 포집하여 Burner, Heater 등 별도의 방법으로 제거시키는 Trap 기술
- 2) 필터자체에 촉매를 담지하여 일정온도 이상 조건에서 연속재생이 가능하도록 하는 연속재생식 디젤필터(CRT : Continuously Regeneration Trap, CDPF : Catalyzed Diesel Particulate Filter)
- 3) 가솔린 자동차의 삼원 촉매처럼 배출가스내의 Gas 상 물질 (Hydrocarbon, CO, NOx)과 입자상 물질내의 SOF 등을 촉매를 이용하여 산화시키는 디젤산화촉매(DOC : Diesel Oxidation Catalyst) 방법

4) 엔진제어기술과 촉매 후처리기술 및 첨가제기술 등을 통합적으로 제어하여 PM 및 유해 배기가스를 산화시키는 기술

표 8. 배출가스 저감장치 종류

구분	장치에 의한 오염물질 저감효율	보증기간	대상오염물질	비교
제1종	80%이상	3년 또는 16만km	입자상물질(PM ₁₀) 질소산화물(NOx)	매연여과장치(DPF)
제2종	50%이상	3년 또는 8만 km		매연여과장치(pDPF)
제3종	25%이상	3년 또는 8만km		산화촉매장치(DOC)

1) 제1종 저감장치(매연여과장치, DPF : Diesel Particulate Filter trap)
 디젤엔진의 배기가스 중 발생하는 입자상물질(PM)을 촉매필터에 포집한 후 일정한 조건에서 PM의 발화온도인 550oC 이상으로 배기가스의 온도를 높여서 제거한다!
 디젤엔진에서 배출되는 배기가스 성분 중 Soot(그을음, 검댕)을 저감시켜주는 장치를 말하며, Soot는 일종의 카본이 포함된 매연 또는 그을음이며, DPF에 Soot가 과도하게 축적되면 차량 성능과 연비에 나쁜 영향을 줄 수 있다.

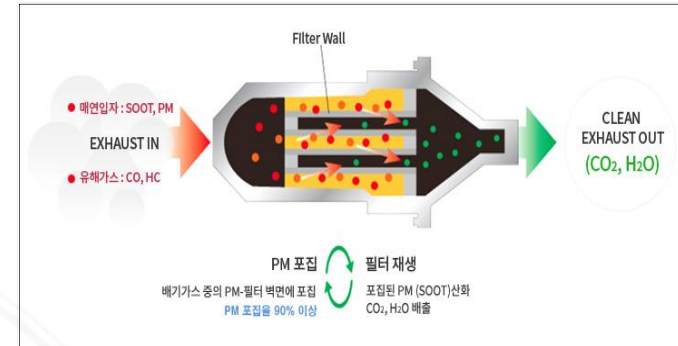


그림 3. DPF 작동원리
 (출처 : 한국자동차환경협회 http://www.aea.or.kr/main_business/technology.php)

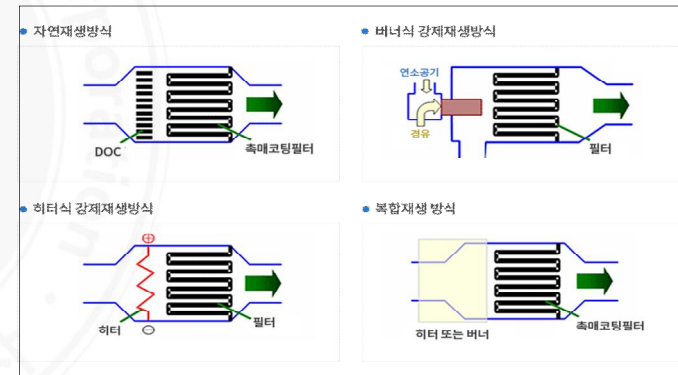


그림 4. DPF 재생방법
 (출처 : 한국자동차환경협회 http://www.aea.or.kr/main_business/technology.php)

입상물질을 연소에 필요한 열 공급 방식에 따라 다음과 같이 구분된다.

표 9. 재생방식에 따른 열 공급 방식

종류	열 공급 방식	적용가능 차량
자연재생방식	엔진 배기열	고속주행 자동차
강제재생방식	전기히터 또는 보조연료 분사	저속주행 자동차
복합재생방식	자연재생 방식과 강제재생 방식의 혼용	저속 및 고속주행 자동차

DPF로 유입되는 배기가스는 DPF 입구쪽에 설치된 산화촉매에서 재연소 과정을 거치면서 입자가 작아지고 입자가 작아진 PM은 필터를 통과하여 대기로 방출되고 입자가 큰 PM은 필터에 머물러있다 일정량이 모이게 되면 엔진 제어 시스템은 엔진의 배기과정에 연료를 분사하여 분사된 연료가 DPF내에서 연소되면서 DPF 온도를 상승시켜 필터에 쌓인 PM도 같이 연소시켜 작은 PM으로 만드는 과정을 반복하게 된다.

이렇게 추가연료를 분사하여 입자가 큰 PM을 작게 만드는 과정을 재생작용이라고 하는데 재생작용 시점은 필터앞뒤의 배기압력을 확인하여 압력차이가 업체마다 정한값(막힘량) 이상이 되면 재생을 결정하는 방법(차압센서로 확인하는 방법)과 자동차를 실제로 운행하면서 어느 정도 운행을 하면 PM이 필터를 막아 배기압력이 증가하여 엔진성능에 영향을 주는지를 확인한 데이터로 재생시기를 결정하는 방법, 별도의 전용기기(스캐너)를 이용하여 강제로 재생시키는 방법을 사용하는데 차압센서를 이용하는 방법과 마일리지 적용방법은 엔진제어 시스템이나 자동차 종류, DPF 업체별 제품에 따라 차이가 있다.

재생작용의 가장 중요한 점은 필터에 모인 PM을 태울 수 있을 정도로 DPF의 온도를 올리는 것인데 가열방법으로 현재 주로 사용하는 것이 추가 연료를 사용하는 방법과 전용 첨가제를 이용하는 방법, 전기식 가열 장치를 이용하는 방법, 별도의 가열장치(버너등)를 이용하는 방법등이 있지만 비용문제로 대부분 엔진 제어 시스템에서 추가연료를 분사하여 DPF에 설치된 배기가스 온도센서로 확인하여 재생온도까지 상승시키는 방법이 많고 일부 업체에서는 전용 첨가제를 이용하는 방법을 사용하기도 한다.

DPF는 대기환경을 위해서 디젤 엔진 자동차에서 배출되는 입상물질을 감소시키는 것이지만 비용이 상승하고 연료소비율이 증가하는 것 외에도 아직까지 내구성이 짧은다는 한계점이 있다. 지금까지 확인된 자료에 의하면 국내 자동차에 적용된 추가

연료 분사식의 경우에 DPF에 쌓이는 PM을 정상적인 조건에서 재생작용으로 그 한계가 주행거리로 약 100,000km 전후이다.

2) 제2종 저감장치(매연여과장치, p-DPF : Partial Diesel Particulate Filter trap) 금속박막 평판(FLAT Foil)과 돌출부가 있는 주름박판(Corrugated Foil)의 한쌍을 겹쳐 원기둥 형태로 만든 구조이며, 배기가스가 평판과 주름판 사이의 공간을 통과하는 부분개방형 구조의 Partial DPF로 Wall Flow Type Filter에서 나타나는 과도매연축적에 따른 차량의 연비/출력 저하가 없으며, Ash 축적에 따른 주기적인 관리가 불필요하다.

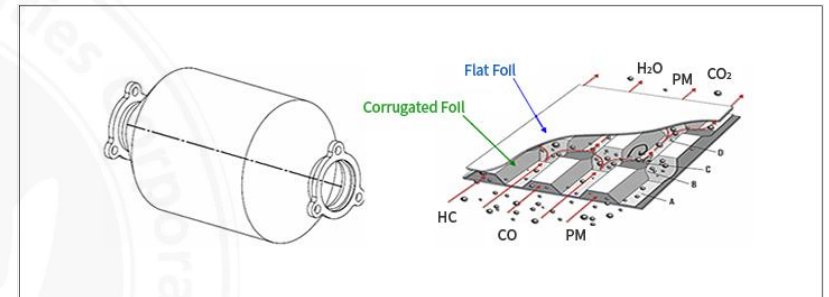


그림 5. p-DPF 구조

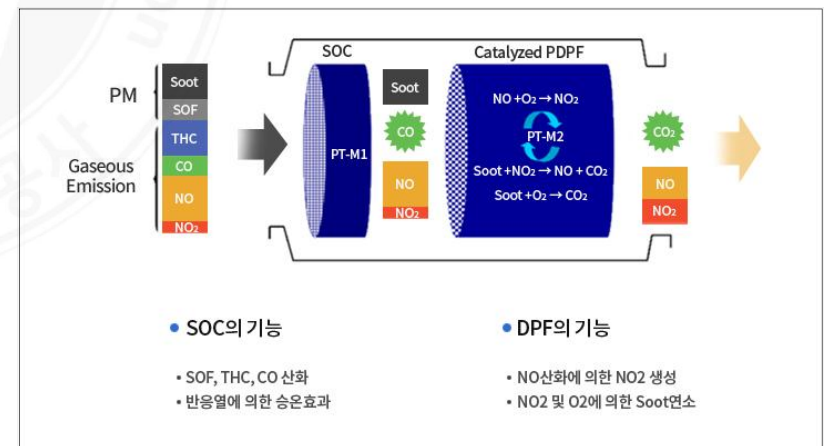


그림 6. p-DPF 작동원리

3) 제3종 저감장치(산화촉매장치, DOC : Diesel Oxidation Catalyst)
 자동차 배기가스가 DOC를 통과 시 배기가스가 촉매와 반응하여, 가스형태의 HC, CO를 TPM 중 유훈화유성분, 미연소 연료, SOF(Soluble Organic Fraction)를 산화시켜 배기가스를 정화한다.

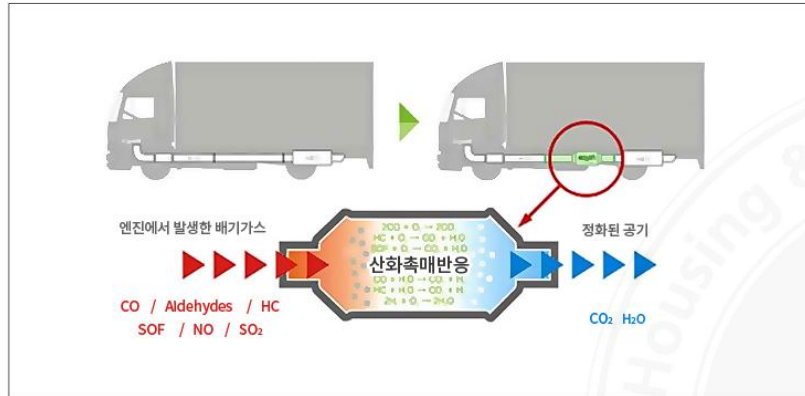


그림 7. DOC 장치의 저감 원리

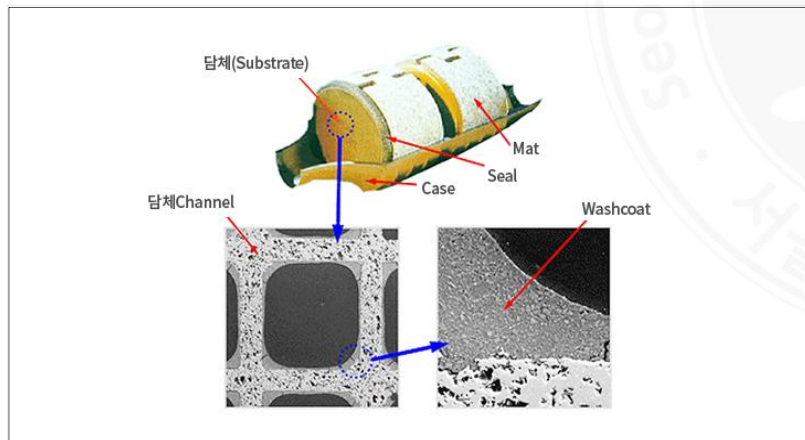


그림 8. DOC 구조

8. 정책효과

2000년부터 추진된 자동차 저공해화사업으로 서울시 자동차의 PM10 배출량이 4~22% 저감되는 효과가 나타난 것으로 평가되었다. 서울시의 도로변대기측정망에서 측정된 PM10의 농도도 2005년이래로 지속적으로 감소하여 2014년에는 53 μg/m³까지 낮아졌다. 이는 PM10의 연평균 환경기준인 50 μg/m³를 하회하는 수준으로 일반대기측정소(2014년 45.8 μg/m³)는 물론 도로변측정소에서도 환경기준을 달성한 것으로 볼 수 있다. 또한, 100 μg/m³ 이상의 고농도 발생일수는 감소하고 30 μg/m³이상의 저농도 발생일수는 증가하는 등 서울의 미세먼지 오염도가 점차 개선되고 있으며, 시민들이 느끼는 체감 오염도인 매연 발생차량 신고건수도 크게 감소하고 있다. 물론 이러한 개선효과가 자동차 저공해화사업 수행의 결과만으로 얻어진 것으로 단정지을 수는 없으나 이 사업이 큰 역할을 한 것으로 평가되고 있다.

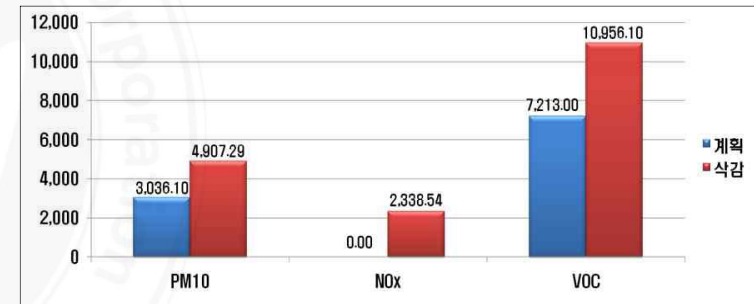


그림 9. 저감장치 부착에 의한 오염물질 삭감량 (2007~2009) (단위: 톤)
 출처 : 교통분야 오염관리 대책별 대기질 개선효과 분석(2011)

서울시에서는 2013년 질소산화물을 저감하기 위하여 노후건설기계 및 대형화물차에 PM-NO_x 동시저감장치를 부착 등 444대의 차량에 질소산화물 저감장치 부착 시범사업을 추진하였으며, 2014년도까지 시범사업을 추진하여 사업효과를 검증하고 2015년 이후 사업을 확대 추진하고 있다.

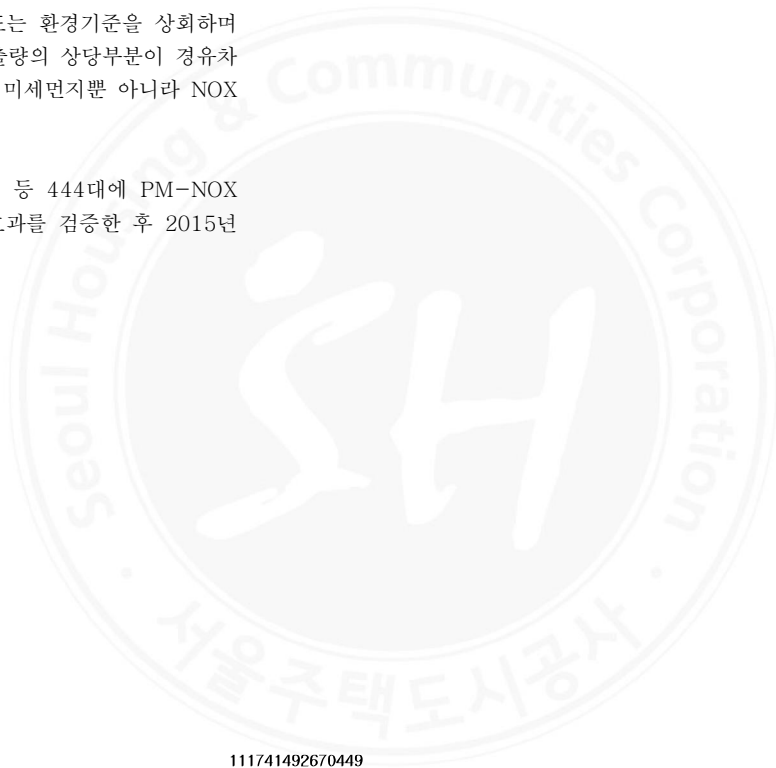
표 10. 질소산화물 시범사업 배출가스 평균 저감율

사업명/배출가스	CO 저감율	NO _x 저감율	PM 저감율
삼원촉매교체	82.2%	88.4%	60.1%
PM-NO _x 동시저감 장치	85%	70%	80%

9. 주요 장애요소/장애극복방법

현재까지 진행되어온 디젤자동차 배연저감장치 부착사업은 미세먼지 저감을 목적으로 추진되어 경유차의 미세먼지 배출저감에는 어느 정도의 효과를 가져온 것으로 평가되고 있다. 하지만, 서울의 이산화질소(NO₂)의 오염도는 환경기준을 상회하며 뚜렷한 개선의 경향을 보이고 있지 않다. 서울시 NO_x 배출량의 상당부분이 경유차에서 배출되고 있음을 고려하면, 경유차의 저공해화사업이 미세먼지뿐 아니라 NO_x 저감도 같이 고려해야할 필요성이 제기되었다.

이에 서울시에서는 2013년 노후건설기계 및 대형 화물차 등 444대에 PM-NO_x 동시저감장치를 부착하는 시범사업을 추진하였으며, 사업효과를 검증한 후 2015년 이후 본격적으로 확대·추진중에 있다.



111741492670449