

# 커먼레일 디젤엔진의 흡기 매니폴더 클리닝이 배기가스에 미치는 영향에 관한 연구

김태중<sup>1\*</sup>, 홍성인<sup>2</sup>

<sup>1</sup>조선대학교 기계공학과 대학원, <sup>2</sup>서영대학교 자동차과

## Study of the effect of cleaning the intake manifold on common rail diesel engine and exhaust gases

Tae-Jung Kim<sup>1\*</sup>, Sung-In Hong<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduate school of Mechanical engineering, Chosun University

<sup>2</sup>Division of Nano-technology, Seoyeong University

**요약** 산업이 고도로 발달함으로 인하여 화석연료의 사용이 많아짐으로 인하여 환경문제가 대두되고 있으며, 이에 자동차의 매연에 대한 연구가 필요하다. 일반적으로 공기는 흡기 매니폴드를 통하여 엔진에 흡입된다. 따라서 본 연구에서는 매연증가와 출력저하의 하나의 원인이 되는 카본 퇴적물을 세척하여 노후 된 자동차의 배출가스의 저감과 출력향상, 배기가스 저감량, 출력변화 그리고 공전속도의 안정성을 분석 검토하는데 그 목적이 있다. 흡기 매니폴드 내의 카본을 클리닝하였을 때의 자동차 매연의 발생정도를 검사장비(KD147)를 통하여 분석하였다. 흡기 매니폴드 클리닝으로 매연의 감소효과가 있음을 확인하였다.

**Abstract** Owing to highly developed industries and the use of fossil fuels, environmental problems becoming pressing issues globally. Therefore, a study of automobile exhaust is urgently needed. Generally, air is sucked into the engine through the intake manifold. The aims of this study were to reduce the exhaust from used cars and increase the output by removing carbon deposits, which are considered a reason for the increasing exhaust and reduction of output, and the reduction of exhaust, variation of output and stability of idle speed were analyzed. The formation of carbon deposits within the suction manifold was investigated through a test device (KD147). In the intake manifold, the exhaust cleaning effect was confirmed.

**Key Words** : Exhaust gas, Intake manifold, Cleaning, Cleaning the intake manifold, KD147 mode

### 1. 서론

오늘날 과학기술이나 산업이 고도로 발달함에 따라 인간의 건강과 생활환경이 점차로 악화되어 인류의 생존을 크게 위협하고 있는 공해는 그의 종류가 많으며 원인 또한 복잡 다양하다. 그 중에서도 소위 오늘의 3대 공해로 지목되고 있는 대기오염, 수질오염, 소음 등은 광범위

한 사회문제로 대두되었다. 특히 현대사회의 필수품이라 여겨지는 자동차 배출가스는 지구 대기환경오염의 50% 이상의 오염원이며, 이로 인하여 스모그(Smoke)현상과 오존층(Ozonosphere) 파괴, 지구의 온실효과(Greenhouse effect)등으로 인간의 생존을 위협할 수 있다. 1950년대에 자동차의 배출가스에 의한 공해 문제가 대두되어 배출가스 저감에 관한 연구가 활발히 진행되었다. 현재도 역시

\*Corresponding Author : Tae-Jung Kim(Chosun Univ.)

Tel: +82-62-230-7769 email: [tj906@hanmail.net](mailto:tj906@hanmail.net)

Received July 3, 2014

Revised (1st July 31, 2014, 2nd August 6, 2014)

Accepted October 10, 2014

매년 그 규제가 강화되고 있다.

배기가스의 저감을 위한 연구로 바이오디젤유와 배기가스 재순환장치(EGR : Exhaust gas recirculation), CO<sub>2</sub> 촉매장치와 같은 인체에 유해한 배기가스 성분의 감소를 위한 기술개발이 이루어지고 있다.

일반적으로 공기는 흡기 매니폴드(Intake Manifold)를 통하여 엔진에 공기가 유입된다. 따라서 본 연구에서는 매연증가와 출력저하의 하나의 원인이 되는 카본퇴적물(Carbon sediment)을 세척하여 노후 된 자동차의 배출가스의 저감과 출력향상 배기가스 저감량, 출력변화 그리고 공전속도의 안정성을 분석 검토하는데 그 목적이 있다[7].

## 2. 실험장치 및 운전조건

### 2.1 실험장치 구성

자동차 검사에 대한 관계법령 “자동차 검사 및 점검 시행요령 등에 관한 규정 제5조인 점검시행”에서 “운행차 배출가스 검사방법(제5조 관련)”을 기준으로 검사한다[1].

검사장비로는 차대동력계, 배출가스 분석기, 매연측정기로 구성되어야 하며, 커먼레일 엔진은 한국형 경유 147(KD147 Mode : 부하검사방법)로 승용 및 중형 이하 승합 화물, 특수 경유사용 자동차의 매연농도를 측정하는데 적용 한다.

검사장비의 전산 시스템은 KD147모드를 적용 하여야 하며, 광 투과식 매연 측정기는 부분 유량채취방식(Partial flow principle)이어야 하고, 농도단위(%)로 측정되어야 한다. 주 제어장치의 프로토콜에 적합한 전송장치를 갖추어야 한다, 채취부는 배기관외 벽면으로부터 5mm이상 이격 시킬 수 있는 구조이어야 한다. 검사 중 시료채취관이 배기관으로 이탈되지 않도록 하여야 하며 시료채취관이 배기관으로부터 이탈될 때에는 주 제어장치를 통해 검사모드가 중지되도록 하여야 한다[2].

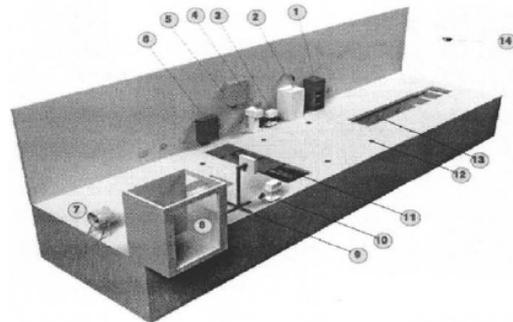
### 2.2 흡기 매니폴드 클리닝 방법

디젤엔진(Diesel Engine) 및 CRDI엔진(Common Rail Direct Injection Engine)의 흡기 매니폴드(Intake Manifold)를 엔진에서 완전히 탈착하여 흡기 매니폴드 내부의 카본을 제거하는 것을 흡기 매니폴드 클리닝(Cleaning the

Intake Manifold)이라 한다. 흡기 매니폴드 내부의 카본은 EGR (배기가스 재순환장치, Exhaust Gas Recirculation)밸브의 작동으로 인한 배기가스의 재사용에 의하여 생성된다.

EGR밸브는 화학연료를 사용하면서 발생하는 질소 산화물(NOx)의 배출을 줄이기 위하여 사용된다. 흡기 매니폴드 내의 카본은 약품 및 세척액을 이용하여 제거한다[4]

### 2.3 실험조건 및 방법



- ① LAN Control Unit
- ② Smoke inhalation equipment
- ③ Smoke a Measuring Instrument
- ④ Exhaust gas a Measuring Instrument
- ⑤ Electrical Division Equipment
- ⑥ PAU Control Unit
- ⑦ Engine Cooling Blow Fan
- ⑧ Main Control Room
- ⑨ An Extra Monitor
- ⑩ rpm meter
- ⑪ Chassis Dynamometer
- ⑫ Safety Loops
- ⑬ Sensory Test Room
- ⑭ Photographic a Recording Equipment

[Fig. 1] Automobile Inspection Equipment(KD147 Mode)[7]

차량의 매연 측정 시 측정값은 0.25초 마다 측정된다. 매연 배출허용기준이 30%이상인 경우, 매연 농도 30%이상 측정치를 기준으로 3초 전과 3초 후를 합친 총 7초 동안의 산술평균값을 구하여 7초 동안의 산술평균값이 20%를 초과하면 앞에서 측정된 매연 30%이상 측정치 전·후의 1초 동안 산술평균값을 측정값으로 하고, 20% 이하이면 최고측정치 전·후 7초 동안의 산술평균값을 측정값으로 한다.

$$AVE = \frac{(A_{n-14}) + \dots + A_n + \dots + (A_{n+14})}{B} \quad [1]$$

AVE = 평균값(Average)

B = 측정된 Data 수

A<sub>n</sub> = 30%이상 매연발생 값

A<sub>n±14</sub> = 매연 30% 전 · 후 7초 동안의 값

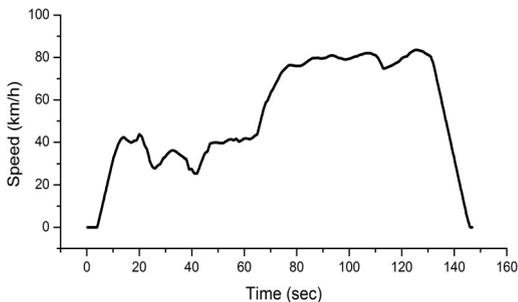
7초 산술 평균값이 20% 초과일 때 중심값(30%이상 측정값)의 전 0.5초와 후0.5초 동안의 평균값은 다음과 같다.

$$AVE = \frac{(A_{n-2}) + \dots + A_n + \dots + (A_{n+2})}{B} \quad [2]$$

식[2]에서 B의 수는 5개이다.

7초 산술 평균값이 20%이하 일 때는 식[1]과 같다. 식 [1]의 B의 값은 29개 이다.

Fig. 1은 매연 측정 장치로서 차대동력계에서 도로부하마력을 설정하고 주행패턴을 따라 가속, 급가속, 정속, 급 감속, 감속하여 시험한 결과 반복시험 정확성, 주변소음, 시험차량 안정성이 다른 검사방법에 비해 우수하며, 특히, 엔진 가속페달 밟는 양 등의 임의조작 영향이 가장 적게 나타나는 KD147 모드를 테스트 조건으로 하였다. 이는 차대동력계에서 차량중량에 따라 도로 부하마력을 설정한 다음 IM240모드의 1단계 주행주기를 이용하여 147초 동안 최고 83.5km/h까지 가속, 정속, 감속하면서 매연농도(%)를 측정하는 한국형 운행경유차 검사모드이며 이를 Fig. 2에 나타내었다.



[Fig. 2] KD147 mode driving graph

매연농도는 부분유량채취방식의 광투과식 분석방법을 채택한 측정기를 사용하여 측정한다[1,5].

경유 자동차에 대한 검사방법은 한국형 경유147(KD147 모드)의 운행차 수시점검 및 정기검사의 배출허용기준에 의한 매연검사 합격여부의 판단은 Table 1과 같다.

[Table 1] Based on diesel vehicle Exhaust gas standards.

Check Items		Exhaust Gas	
Application Data		~2011.12.31.	2012.01.01 ~
Manufacture Data	~1992.12.31.	50% Below	45% Below
	1993.01.01. ~ 1995.12.31.	45% Below	40% Below
	1996.01.01. ~ 2000.12.31.	40% Below	35% Below
	2001.01.01. ~ 2007.12.31.	30% Below	25% Below
	2008.12.31.	20% Below	15% Below

### 3. 결과 및 고찰

KD147모드의 매연 측정방법은 매연 농도 산술평균값 중 최대 매연농도를 적용하여 적합 및 부적합을 판단 한다.

Fig. 3은 흡기 매니폴드(Intake manifold)의 클리닝 전의 사진으로 흡기 매니폴드 내부에 카본이 형성되어있다.



(a) Before cleaning the Intake manifold



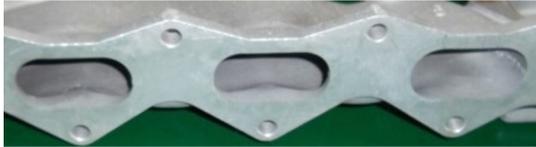
(b) Detail view Intake manifold

[Fig. 3] Before cleaning the Intake manifold and detail view

Fig. 4는 흡기 매니폴드 클리닝 후의 사진으로 매니폴드 내부의 카본이 제거 된 것을 알 수 있다.



(a) After cleaning the Intake manifold



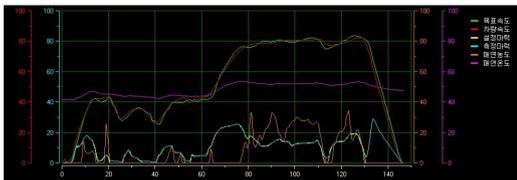
(b) Detail view Intake manifold

[Fig. 4] After cleaning the Intake manifold and detail view

Fig. 5는 A차량(D2.0, CRDI, 2001년식)의 매연 측정에 대한 그래프이며, 매연 측정결과 32%로 부적합 판정 되었다.

Fig. 5와 Fig. 6는 실제 자동차 검사장의 검사보고서이다. Fig 6는 흡기 매니폴더 클리닝 이후 16%로 합격판정을 받았다.

Fig. 5와 Fig. 6의 그래프를 보면 90.25초에서 전 후의 발생한 매연 농도를 확인할 수 있다. 측정장비의 Data를 확인 한 결과 Table 2.에서 보는 바와 같이 클리닝 전후의 매연의 발생이 감소 한 것을 확인 할 수 있다[5].



(a) Before cleaning the intake manifold KD147 mode graph

정밀 검사 결과 표(KD-147)					
검사번호 예 E023-20101127-0004-1 호 (휘발유, 가스, 알콜사용 자동차용)					
1) 등록 번호	광주25마4607	2) 차대번호	KMFMGR1VP3U160274	3) 세일관리번호	*****
4) 소유자성명 (상호)	*****	5) 차명(예과사)	트라크EXTRAET XG	6) 차용(용도)	승용차
7) 연 식	2003	8) 연 료	경유	9) 누적주행거리	160,951Km
10) 최초등록일	2002-12-20	11) 정밀검사유효기간만료일			
12) 종합판정	부적합	13) 재검사기간 :			
14) 정밀검사유효기간 : <b>1회 부적합 차량입니다.</b>					
15) 관능필기능력검사	판정 : <b>적합</b>	16) 배출가스검사			
		검 사 항목	속정치	허용기준	판정
		부하	%	%	
		1모드	32.3%	30.0%	부적합
		2모드	%	%	
		3모드	%	%	
		최대 출력	PS	PS	
		연진회전수	rpm	%	
대기온도 :	6.70	대기압력 :	100.10		
17)길이	4,695 mm	20)형 식	D4EA	23)차량중량	1,885 kg
18)너비	1,840 mm	21)배기량	1,991 cc	24)총 중 량	2,470 kg
19)높이	1,705 mm	22)정격출력/회전수	115A000	25)정 율	9 명
				26)특기사항	

(b) After cleaning the intake manifold KD147 mode chart

[Fig. 5] Test result before Intake manifold cleaning

Table 2는 A차량의 매연농도 검사의 일부분으로 총 588개의 데이터 중 29개로 매연농도가 가장 높은 시간을 기준으로 흡기 매니폴더 클리닝 전·후의 매연농도를 나타낸 표이다.

측정된 데이터의 매연농도가 30% 이상인 구간 중 한 곳인 NO.362의 90.25초를 기준으로 계산하면 농도 측정 평균값은 다음과 같다. 식[3]은 차량의 매연의 농도 판단의 기준이 된다. NO.362는 90.25초이며 매연농도 33.05%이고, 이를 기준으로 식[3]과 같이 계산하면,

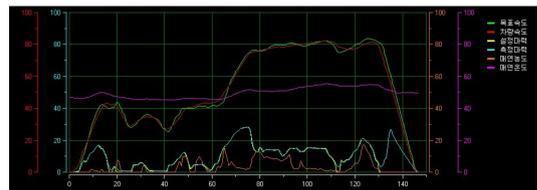
$$\frac{(86.75초값 \sim 93.75초값)}{29} = \frac{(19.4 + \dots + 18.2)}{29} \quad [3]$$

$$= 25.39[\%]$$

평균값이 25.39%로 20%를 초과 하였다.

7초 산술 평균값이 30%를 초과 하였으므로 매연농도 기준 값인 90.25초 전·후 1초 동안의 평균값으로 매연 농도를 측정하며 다음과 같이 계산한다.

$$\frac{(31 + 32.45 + 33 + 32.75 + 32.2)}{5} = 32.29[\%] \quad [4]$$



(a) after cleaning the intake manifold KD147 mode graph

정밀 검사 결과 표(KD-147)

검사번호 예 E023-20101127-0004-2 호 (휘발유, 가스, 알콜사용 자동차용)					
1) 등록 번호	광주25마4607	2) 차대번호	KMFMGR1VP3U160274	3) 세일관리번호	*****
4) 소유자성명 (상호)	*****	5) 차명(예과사)	트라크EXTRAET XG	6) 차용(용도)	승용차
7) 연 식	2003	8) 연 료	경유	9) 누적주행거리	160,951Km
10) 최초등록일	2002-12-20	11) 정밀검사유효기간만료일			
12) 종합판정	적합	13) 재검사기간 :			
14) 정밀검사유효기간 :					
15) 관능필기능력검사	판정 : <b>적합</b>	16) 배출가스검사			
		검 사 항목	속정치	허용기준	판정
		부하	%	%	
		1모드	16.7%	30.0%	적합
		2모드	%	%	
		3모드	%	%	
		최대 출력	PS	PS	
		연진회전수	rpm	%	
대기온도 :	7.20	대기압력 :	100.10		
17)길이	4,695 mm	20)형 식	D4EA	23)차량중량	1,885 kg
18)너비	1,840 mm	21)배기량	1,991 cc	24)총 중 량	2,470 kg
19)높이	1,705 mm	22)정격출력/회전수	115A000	25)정 율	9 명
				26)특기사항	

(b) After cleaning the intake manifold KD147 mode chart

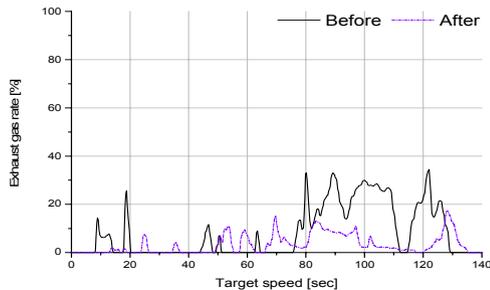
[Fig. 6] Test result after Intake manifold cleaning

[Table 2] Exhaust gas measurements Log Data

NO	Time(sec)	before	after
348	86.75	19.40000029	8.10000045
349	87.00	20.35000030	8.40000013
350	87.25	21.30000032	8.20000012
351	87.50	21.95000033	8.05000012
352	87.75	22.35000033	7.95000012
353	88.00	23.20000035	7.80000012
354	88.25	23.75000035	7.65000011
355	88.50	23.75000035	7.30000011
356	88.75	25.50000038	7.05000011
357	89.00	25.90000039	6.95000010
358	89.25	26.30000039	6.85000010
359	89.50	27.45000041	7.05000011
360	89.75	31.00000046	7.35000011
361	90.00	32.45000048	7.65000011
<b>362</b>	<b>90.25</b>	<b>33.05000049</b>	<b>7.95000012</b>
363	90.50	32.75000049	8.10000012
364	90.75	32.20000048	8.25000012
365	91.00	31.65000047	8.35000012
366	91.25	31.10000046	8.45000013
367	91.50	30.75000046	8.70000013
368	91.75	29.75000044	9.25000014
369	92.00	26.55000040	9.70000014
370	92.25	24.65000037	10.95000016
371	92.50	21.25000032	10.90000016
372	92.75	20.50000031	9.37500014
373	93.00	20.15000030	7.85000012
374	93.25	19.80000030	6.10000009
375	93.50	19.25000029	4.80000007
376	93.75	18.20000027	3.15000005
<b>AVE</b>		<b>25.38793141</b>	<b>7.86982771</b>

1초 동안의 산술 평균값이 32.29%로 불합격 판정이 이루어 졌으며, Fig. 6은 흡기 매니폴드 클리닝 이후의 검사결과로 7.95%의 매연이 측정 되어 매연의 발생이 많은 구간에 대하여 효과가 나타남을 알 수 있다.

Fig. 7은 A차량의 매연 측정결과를 그래프로 나타낸 것으로 흡기 매니폴드 클리닝(Cleaning the Manifold) 전·후의 매연측정을 나타낸 것이다. 흡기 매니폴드 클리닝(Cleaning the Intake Manifold) 전의 30%가 넘는 구간은 80.17, 89.49, 99.92의 세 구간을 측정하였다.



[Fig. 7] Intake manifold cleaning of Before and After(A)

80.25초의 7초 산술평균값이 16.18%로 매연농도 20% 이하 이므로 적용되는 매연농도의 값은 7초 산술평균값인 16.18%가 되고, 90.25초의 평균값이 32.23%로 20%를 초과 하여 매연농도 20%이상이므로 1초 동안의 산술평균값인 32.29%의 매연농도가 측정된다. 100초일 때의 매연농도는 30%이므로 7초 동안의 산술평균값은 28.11%이고, 매연농도가 20%이상 이므로 1초 동안의 산술평균값은 32.05%이다. Table 3은 매연농도 3구간에 대하여 계산결과를 표로 나타낸 것이다.

[Table 3] Exhaust gas measurements(A)

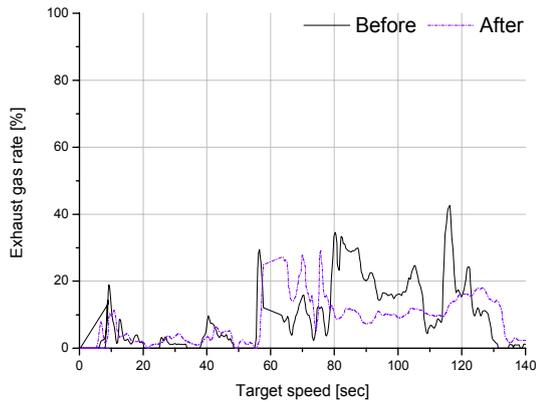
	More than 30%		7sec AVE [%]	Density of exhaust gases [%]	
	Time [sec]	Density [%]		20%>AVE (7sec)	20%<AVE (1sec)
Before	80.25	33.0	16.18	16.18	-
	76.75~83.75				
	90.25	33.05	25.39	-	<b>32.29</b>
	86.75~93.75				
	100	30	28.11	-	32.05
	96.5~103.5				
	122	34.45	22.67	-	31.67
118.5~125.75					
After	Under 30%		Density of exhaust gases [%]		
	Time [sec]	Density [%]	1sec AVE[%]		
	128.25	17.35	<b>16.69</b>		
	127.75~129				

Table 3의 결과로 부적합 판정이 이루어 졌으며, 흡기 매니폴드 클리닝 이후 매연의 농도는 32%에서 16%로 매연의 발생이 감소하였으며, 16%의 효과를 보았다. 흡기 매니폴드 클리닝 후의 매연의 농도는 전체적으로 25%이하 이므로 최대측정치의 1초 동안의 산술평균값을 계산하여 매연농도를 측정하므로 128.25초의 17.35%의 매연농도의 산술평균값은 16.69%이다.

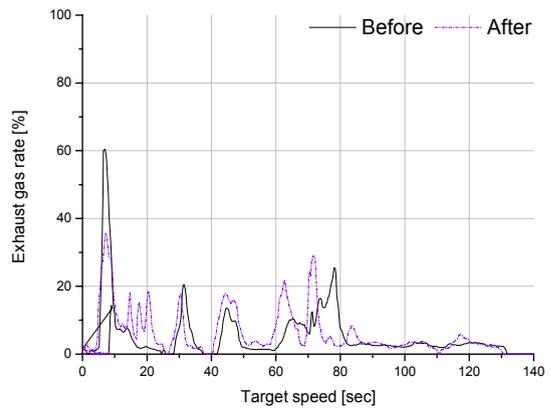
Table 3에서 흡기 매니폴드 클리닝 전·후의 매연농도는 32.29%에서 16.69%로 감소하였음을 알 수 있다.

Fig. 8의 B차량(D2.0, CRDI, 2001년식)은 흡기 매니폴드 클리닝 전·후 매연 검사결과이다. A차량의 검사방법과 같다. 전체적인 매연의 발생이 116.25초에서 42.6%로 기준치인 30%보다 12.6%나 많은 매연이 발생 하였다.

Table 4는 매연의 발생에 대한 흡기 매니폴드 클리닝 전·후의 매연 농도 측정 결과이다. B차량의 매연농도는 흡기 매니폴드 클리닝 전 116.75초에서 1초 산술평균값이 41.09%로 부적합판정이었다. 흡기 매니폴드 클리닝 후 전체 매연농도는 22.29%로 적합판정이 이루어 졌다.



[Fig. 8] Intake manifold cleaning of Before and After(B)



[Fig. 9] Intake manifold cleaning of Before and After(C)

[Table 4] Exhaust gas measurements(B)

	More than 30%		7sec AVE [%]	Density of Exhaust gases [%]	
	Time [sec]	Density [%]		20%>AVE (7sec)	20%<AVE (1sec)
Before	80.50	33.75	22.9	-	31.63
	77.00~84.00				
	116.25	42.6	24.6	-	39.62
	112.75~119.75				
	116.75	33.2	26.37	-	<b>41.09</b>
	113.25~120.25				
After	Under 30%		Density of Exhaust gases [%]		
	Time [sec]	Density [%]	1sec AVE[%]		
	64	27.15	<b>22.29</b>		
	60.5~67.5				
	69.75	27.6	22.21		
	66.25~73.25				
	75.25	27.85	21.16		
71.75~78.75					

Fig. 9은 C차량(D2.0, CRDI, 2003년식)으로 흡기 매니폴드 클리닝 전·후 매연 검사결과이다.

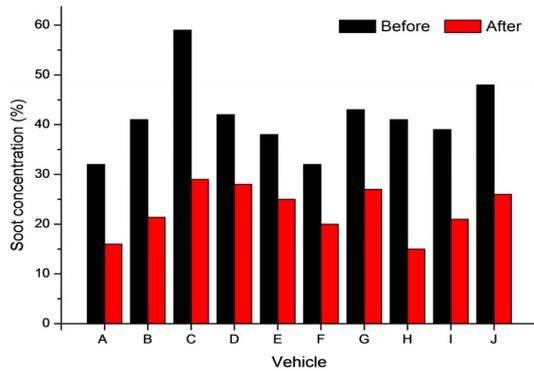
Table 5에서 흡기 매니폴드 클리닝 전의 6.5초와 7.0초에서의 7초 동안의 측정값은 27.2%와 30.06%로 기준값인 20%이상으므로, 1초 동안의 매연의 평균값으로 산출하면 52.92%와 59.2%로 매연의 발생이 많음을 알 수 있다. 흡기 매니폴드 클리닝 이후 7.5초에서 35.1%로 20% 이상이므로 7초 동안의 산술평균값인 31.7%로 20% 이상이므로 1초 동안의 산술평균값인 29%가 매연 측정의 농도가 된다.

[Table 5] Exhaust gas measurements(C)

	More than 30%		7sec AVE [%]	Density of Exhaust gases [%]	
	Time [sec]	Density [%]		20%>AVE (7sec)	20%<AVE (1sec)
Before	6.5	60.15	27.2	-	52.92
	3.50~10.00				
	7.00	60.4	30.06	-	<b>59.2</b>
	3.50~10.5				
After	More than 30%		7sec AVE [%]	Density of Exhaust gases [%]	
	Time [sec]	Density [%]		20%>AVE (7sec)	20%<AVE (1sec)
	7.5	35.1	31.7	-	<b>29</b>
	4~11				

Fig. 8 과 Fig. 9의 흡기 매니폴드 클리닝 전후를 비교하면 전체 적인 매연 농도(soot Density)는 감소하였으나, 흡기 매니폴드 클리닝 전과 흡기 매니폴드 클리닝 후의 그래프의 형상의 차이점이 발견된다. 흡기 매니폴드 클리닝 전 매연의 발생이 적은 부분에서 흡기 매니폴드 클리닝 후 매연의 발생이 많이 생성되는 부분이 있음을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 흡기 매니폴드 클리닝으로 자동차의 매연을 모두 없앨 수 없기 때문이다. 이는 흡기장치가 아닌 다른 부분에서 매연이 발생하였기 때문으로 판단된다. 이에 대한 부분에 대하여 지속적인 연구가 필요하다.

Fig. 10은 같은 배기량과 커먼레일 엔진이 적용된 10대의 차량에 대한 흡기 매니폴드 클리닝 전·후의 매연 측정 결과를 비교한 그래프이다.



[Fig. 10] The Intake manifold of soot measurement results about before and after cleaning

#### 4. 결론

자동차의 흡기 매니폴드 클리닝이 매연 발생에 미치는 영향에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 오래된 자동차의 매연 검사결과 흡기 매니폴드 내부에 카본과 같은 이물질의 영향으로 매연의 발생이 증가함을 알 수 있다.
- 2) 흡기 매니폴드 클리닝을 하였을 경우 매연의 발생이 감소하는 것을 알 수 있다.
- 3) 흡기 매니폴드 클리닝만으로 자동차의 모든 매연이 감소하는 것은 아니다.

자동차의 관리를 위하여 흡기 매니폴드 클리닝이 필요하며, 자동차의 흡기 매니폴드 클리닝 뿐 만이 아닌 다른 외적인 요소에 의한 매연의 발생을 최소화 할 수 있는 연구가 필요하다.

#### References

[1] "Car General Inspection Training Fellowship", Transportation Safety Authority Operational headquarters inspection Automobile Inspection processed, pp296, pp361-389, 2011.03.  
 [2] kim h h, yun y c, choe g h, "Common Rail Diesel Engine", Golden Bell., ISBN (2009).  
 [3] park k t, lee h g, choe j s., "Professional Engineer Transportation Vehicles", ISBN (2010)  
 [4] A/S Learning Materials "Electronic control diesel engine" A/S Learning Materials Hyundai-Kia Automotive, Ver1, JUN. 2003.  
 [5] Kang d g., "Practical fault diagnosis by analysis of exhaust gases encyclopedia", Cartech 1998. 07.

[6] Kim j h., "Automotive diesel engine", Golden Bell, 2011. 04.  
 [7] Hyun-Jun Kang, "A Study on the Maintenance Method using the Analysis Data of the Exhaust Emission Close inspection Rest", Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Industry Kumoh National Institute of Technology. pp10, 2005. 11.  
 [8] Du-Sung Baeg, Jong-Sun Lee. "Study on Smoke Prediction in Heavy-duty Diesel Engine" Journal of academia-industrial technology, Vol.9 No.4, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2008.9.4.865>  
 [9] Byung-Woo Kim "A Study on Optimization of Catalyst Injection Controller for Reducing Soot" Journal of academia-industrial technology, Vol.7 No.3, 2006.  
 [10] Du-Sung Baeg "The Performance Test on A Continuous Regeneration DPF in A HD Diesel Engine" Journal of academia-industrial technology, Vol.7 No.5, 2006.

#### 김 태 중(Tae-Jung Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 목포해양대학교 기관공학과 (공학사)
- 1998년 4월 ~ 2000년 6월 : STX 팬오션 해기사 (2등기관사)
- 2010년 2월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 대학원 (공학석사)
- 2013년 2월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 대학원 수료

• 2013년 3월 ~ 현재 : 조선이공대학교 자동차과 강의전담 교수

<관심분야>

열전달, 자동차 배출가스

#### 홍 성 인(Sung-In hong)

[정회원]



- 1990년 8월 ~ 1996년 2월 : 기아 자동차주(주) 엔진부 근무
- 2000년 6월 ~ 2006년 5월 : 자동차정비전문점대표
- 2005년 2월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 (기계공학석사)
- 2009년 8월 : 조선대학교 대학원 기계공학과 (기계공학박사)

• 2004년 3월 ~ 2008년 2월 : 서영대학교 자동차과 겸임교수  
 • 2008년 3월 ~ 현재 : 서영대학교 자동차과 교수

<관심분야>

열전달, 자동차 배출가스