

# 디젤 자동차의 에어컨 사용시 흡기계통 개선에 따른 출력 및 매연 특성에 관한 연구

## A Study on the Power and Smoke Characteristics for the Intake System Improvement using Air Conditioning System in a Diesel Vehicle

윤영춘 · 권기린 · 편 훈  
Y. C. Youn, K. R. Kwon, H. Pyeon

(접수일 : 2011년 04월 07일, 수정일 : 2011년 09월 01일, 채택확정 : 2011년 10월 06일)

**Key Words** : Turbocharger Intercooler(터보 과급기), Air Conditioner(에어컨), Power(출력), Smoke(매연), Step(단수), B/V(볼밸브)

**Abstract** : This study investigated the symptoms of the a reduction in output while driving on the road, or increasing of fumer out exhaust gas on inclined road while working air-conditioner in summer. Notice how the experiment in 2010, the Ministry of Environment(Chapter No. 2010-46), and how the vehicle emissions inspection was carried out. 2500cc Diesel cars used in the study were used and compare to output of engine, exhaust gas, inhalation temperature measurement Inhalation of cold air has not been supplied to all agencies when comparing the results when cold air intake temperature of the supply air-conditioning switch range control from 1 to 4, the temperature drops 98℃ to 78℃. At the momentum of switch level 4, output from 63ps to 66ps after the connection has increased 9.6 percent, the highest concentration of exhaust emissions were reduced by 42.8%. This research can contribute in part to the reduction of exhaust directly supply into the cooling air intake line, doing the output of diesel cars in the summer. In addition, construction equipment and machinery that are currently being used excluding the engine's intercooler cooling of the supply line via a separate output in the summer and help reduce exhaust emissions is expected.

### 1. 서 론

디젤엔진의 배출가스 저감시키기 위한 방법으로는 분사장치 및 흡기포트와 연소실 형상에 따른 공기유동을 증가시키는 방법, 과급기의 성능을 개선한 VGT(Variable Geometry Turbocharger)와 인터쿨러의 용량을 증가시켜 공기 유동을 증가시키는 방법 등과 같은 연소자체의 개선 기술, EGR이나 분사시기 등의 제어기술과 산화촉매 및 희박 NOx촉매 등의 정화장치를 이용한 배출가스 억제 방법인 후처리 시스템 개선, 대체연료의 사용 등으로 대별할 수 있다.<sup>1)</sup>

본 연구에서는 하절기에 에어컨을 작동시키면서 주행 시 출력부족현상이나 디젤자동차의 경우 경사진 도로에서 과다하게 매연이 발생하는 현상에 대하여 2010년 환경부에서 고시(제2010-46호)하고 있는 운행차 배출가스 정밀검사방법을 통해서 실시하였고, 특히 하절기에 에어컨을 작동시켰을 때 발생하는 차가운 공기를 별도의 관을 설치하여 흡입라인에 공급하여 공급하지 않았을 때와 기관의 출력, 매연, 흡기 온도를 측정하면서 성능을 비교하여 정량적이고 객관화된 데이터를 제시하고자 한다.

### 2. 실 험

#### 2.1 실험장치

본 실험에 사용된 실험장치의 구성도는 Fig. 1과 같으며, 실험용 엔진은 과급기가 장착되어 있는 디젤 엔진을 사용하였으며, 증발기를 통과하여 냉각된 공

윤영춘(교신저자) : 한국폴리텍1대학 자동차학과  
E-mail : nice57@paran.com, Tel : 064-754-7252  
권기린 : 제주대학교 공과대학 기계공학과  
편 훈 : 대한건설기계안전관리원 제주검사소

기의 일부를 흡기라인과 연결하여 매연특성과 출력 변화를 측정하였고 그 제원은 Table 1과 같고 실험에 사용된 실험기기 개략도는 Fig. 2와 같다.

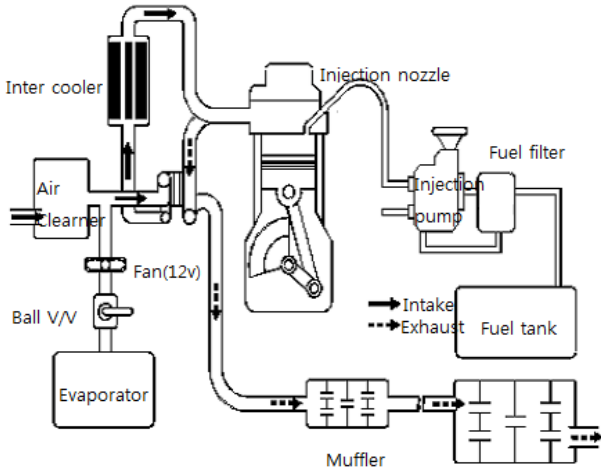
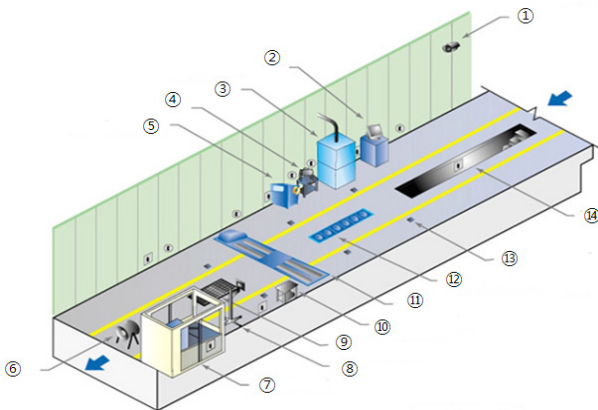


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

Table 1 Specification of test engine

Items	Specification
Type	4 Cylinder (SOHC)
Fuel injection type	IDI
Displacement	2,476cc
Maximum torque	23kg·m/2,000rpm
Maximum power	95ps/4,200rpm
Bore × Stroke	91.1mm × 95mm
Compression ratio	21



- ① Camera for Shooting before-through inspection
- ② Sensory Tester(LAN)
- ③ Exhaust Gas Collector
- ④ Opacity Meter
- ⑤ 5 GAS Gauge and Chamber
- ⑥ Engine Cooling Blow Fan

- ⑦ Main Control Room(LAN)
- ⑧ Driving Supporter Monitor
- ⑨ Coolant and Oil Collecting Tank
- ⑩ RPM Meter & Chamber
- ⑪ Chassis Dynamometer
- ⑫ Reclaimed Gas Collector
- ⑬ Anchor-Belt Ring for Vehicle Safety
- ⑭ Sensory Test Pit

Fig. 2 Automotive Inspection System

## 2.2 실험방법

실험 방법은 2010년 환경부에서 고시(제2010-46호)하고 있는 운행차 배출가스 정밀검사 방법<sup>2)</sup>으로 실시하였으며, 실험에 사용된 자동차는 디젤자동차 2500cc급을 사용하였다. 측정원리는 차대동력계상에서 주행하는 상태에서 측정대상자동차의 엔진정격회전수에서 1모드, 엔진정격회전수의 90%에서 2모드, 엔진정격회전수의 80%에서 3모드로 구성하여 1모드에서 엔진정격출력, 엔진정격회전수 및 매연농도, 2모드와 3모드에서 각각 엔진회전수 및 매연농도를 측정하며, 매연농도는 부분유량채취방식의 광투과식 분석방법을 채택한 측정기를 사용하여 측정하였다.

본 실험은 흡입공기를 두 개의 라인으로 연결하여 각각 테스트 하였으며 그중 제1라인은 에어클리너→터보차저→인터쿨러→흡입다기관으로 공급하는 방식이고, 제2라인은 증발기(에어클리너)→터보차저→인터쿨러→흡입다기관으로 공급하는 방식이다. 제2라인은 증발기에서 냉각된 공기를 엔진에 강제 공급하는 방식으로써 실험은 에어컨 1단에서 제1라인과 제2라인을 비교하였으며, 에어컨 4단에서 제1라인과 제2라인을 비교 측정하였다.

최대한 실험조건을 동일하게 하기 위해 워밍업이 끝난 후 냉각수 온도 80±2℃의 상태로 유지하여 부하검사를 실시하였다. 또한 1시간마다 3회 반복 측정하여 최대값과 최소값의 편차가 ±3% 이하일 때 그 평균값을 최종 매연 농도로 정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 에어컨 작동상태의 각 단수에 따른 흡기라인과 별도의 에어컨 라인을 연결하기 전·후의 평균출력 및 평균매연 특성

본 실험은 에어컨을 각 단수별로 작동시킨 상태에서 흡기라인과 실내의 증발기를 통과하여 차가워진 공기의 일부를 별도의 에어컨 라인을 만들어, 제1라

인과 제2라인을 비교하였으며, Fig. 3과 Fig. 4는 에어컨 4단에서 제1라인과 제2라인을 비교 측정하였다.

2010년 수도권에서 시행되고 있는 운행차 배출가스 검사규정중 환경부고시 제2010-46호 부하검사(Lug Down 3모드)검사방법으로 테스트한 결과 증발기를 통과하지 않은 제1라인의 경우 에어컨 1단을 작

동시켰을 경우 평균출력은 61.6 ps, 평균매연은 43.3%, 에어컨 4단을 작동시켰을 경우 평균출력 59.3 ps, 평균매연 52.3%를 나타내고 있다. 반면에 증발기를 통과한 냉각된 흡입공기가 엔진에 공급되었을 경우 제2라인은 에어컨 1단을 작동시켰을 경우 평균출력은 63.3 ps 평균매연은 32%, 에어컨 4단을 작동시

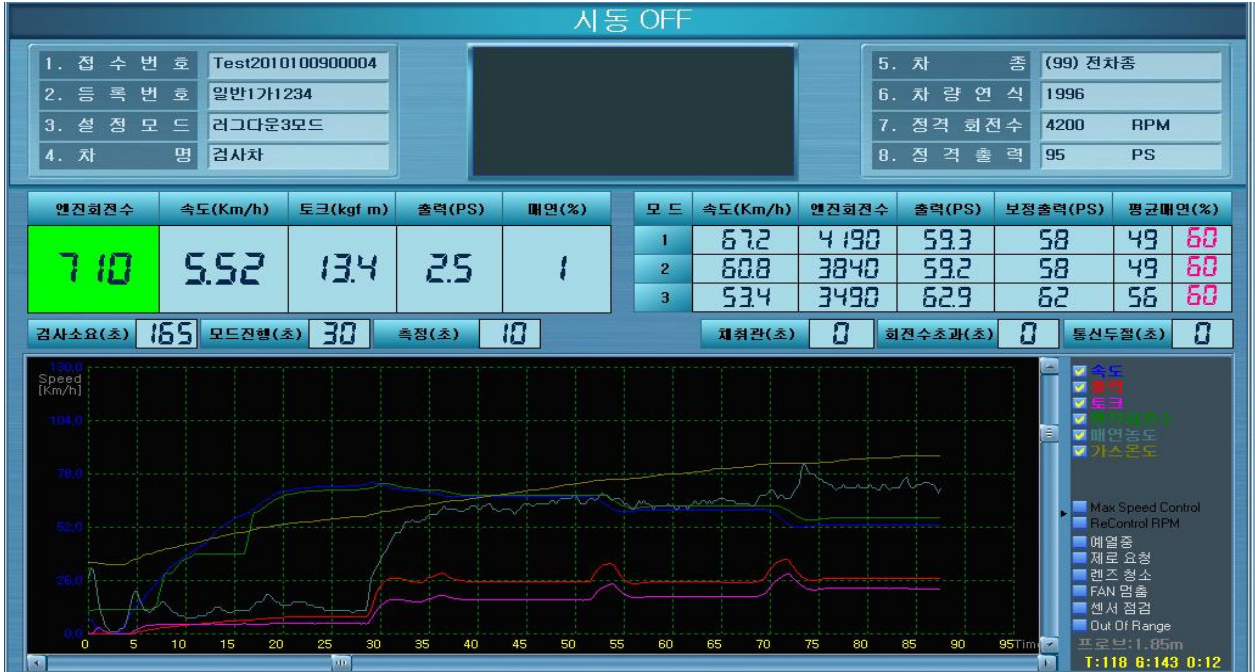


Fig. 3 Test result of turn on the air conditioner. Step4(Supply of charging air only)



Fig. 4 Test result of turn on the air conditioner. Step4(Mixing cold air with charging air)

켰을 경우 평균출력 65.3 ps, 평균매연 29.3%를 나타내고 있다.

결과적으로 제1라인의 경우는 에어컨 단수가 상승할수록 평균출력은 감소경향을 보였고, 평균매연은 증가하는 경향을 보였으며, 약 3.7% 평균출력은 감소하였고, 평균매연은 18.4% 증가하였다.

그러나 증발기를 통해서 공급된 제2라인의 경우는 단수가 상승할수록 출력은 증가함을 알 수 있었고 평균매연도 감소하였으며, 약 3.1% 평균출력이 증가하였고, 평균매연은 8.4% 감소되는 경향을 보였다.

Table 2 Average test result of power and smoke when turn on the air conditioner

Stage	Item	B/V close	B/V open
1	Smoke(%)	43	32
	Power(ps)	61	63
2	Smoke(%)	50	32
	Power(ps)	61	63
3	Smoke(%)	52	32
	Power(ps)	61	65
4	Smoke(%)	51	29
	Power(ps)	59	65

Table 2는 에어컨 단수별로 평균매연과 출력을 나타내고 있다.

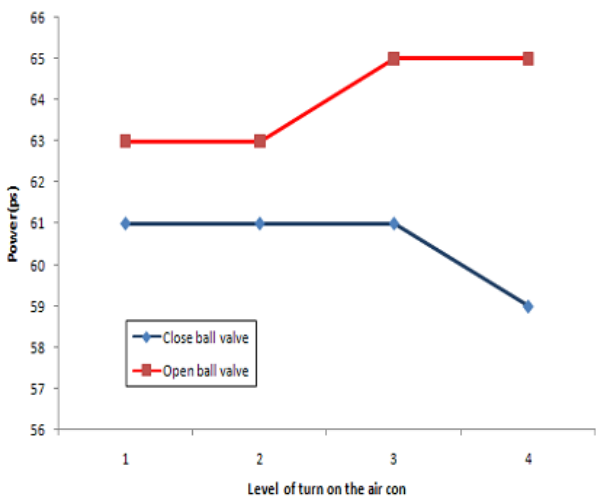


Fig. 5 Average power of turn on the air conditioner to each step

Fig. 5는 에어컨 각 단수별 제1라인과 제2라인에서의 평균출력을 나타낸 것이다. Fig. 6은 평균매연을 나타낸 것이다.

그림에서 보여주는 바와 같이, 제1라인의 운전상태

하에서는 에어컨을 동작시켰을 때 부하증가에 따른 출력 손실이 미세하게 발생되며, 매연 배출 농도는 다소 증가하였다. 반면에 제2라인을 통과하여 차가워진 공기의 일부를 별도의 에어컨 라인을 만들어 흡기 라인에 연결한 상태에서는 출력은 증가하였고 매연 배출 농도는 다소 감소하는 결과를 나타내었다.

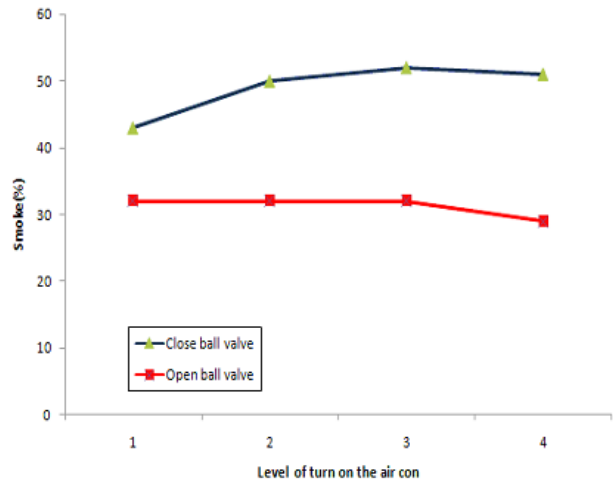


Fig. 6 Average smoke of turn on the air conditioner to each step

### 3.2 에어컨 각 단수별 작동상태에서 흡기라인과 별도의 에어컨 라인을 연결하기 전·후의 출력 및 매연 특성

Table 3 Test result of power and smoke when turn on the air conditioner

Step	Item	B/V close	B/V open	
1	Smoke(%)	1 Mode	42	32
		2 Mode	45	33
		3 Mode	43	31
	Max power(ps)	63	64	
2	Smoke(%)	1 Mode	51	33
		2 Mode	49	32
		3 Mode	50	31
	Max power(ps)	64	66	
3	Smoke(%)	1 Mode	51	35
		2 Mode	53	33
		3 Mode	52	30
	Max power(ps)	63	66	
4	Smoke(%)	1 Mode	49	29
		2 Mode	49	32
		3 Mode	56	27
	Max power(ps)	62	68	



Table 3은 에어컨 단수별로 발생한 매연과 최대 출력을 모드별로 비교한 것이다. 이 결과에서 보면 제1라인에서는 1단, 2단까지는 출력이 상승하고 있으나 3단, 4단에서는 출력이 감소하고 있었다. 매연 배출 농도는 에어컨 단수가 올라갈수록 매연은 증가하는 모습을 보였다.

제2라인의 경우 에어컨 단수가 올라갈수록 출력도 상승하였으며, 매연 배출 농도는 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 과급기를 거쳐 라인에서 각 모드를 끝내고 난 후 비접촉 적외선 온도계를 이용하여 측정된 결과, 1단부터 4단사이의 온도변화는 90℃로부터 98℃로 상승하였으나, 연결 후에는 83℃~78℃까지 하강하는 결과를 보였다. 이는 흡기온도가 출력과 매연에 영향을 끼치고 있다는 의미로 추측해 볼 수 있다. 연결 이후 4단에서는 연결전보다 흡기온도가 약 20℃ 떨어지며, 출력은 연결전보다 최고 9.6% 증가했고, 평균매연 배출 농도는 최고 42.8% 까지 감소하는 결과를 보였다.

#### 4. 결 론

본 실험에서는 하절기에 에어컨을 작동시키면서 주행시 출력의 감소를 느끼거나 또한 경사진 도로에서 매연이 쏟아지는 현상에 대하여 실험하였다.

실험 방법은 2010년 환경부에서 고시(제2010-46호)하고 있는 운행차 배출가스 정밀검사 방법으로 실시하였으며 연구에 사용된 자동차는 디젤자동차 2500cc 사용하였고, 특히 하절기에 자동차 에어컨을 작동시켰을 때 발생하는 차가운 공기를 별도의 관을 설치하여 흡입라인에 공급하여 공급하지 않았을 때와 기관의 출력, 매연, 흡기온도를 측정하면서 성능을 분석하였다. 실험결과로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 정상적으로 운전시 에어컨을 켜었을 경우 1단과 4단을 비교하면 4단일때 출력은 3.7%감소하였고, 매연은 18.4%증가했다. 이 결과 에어컨 사용 부하에 따른 출력은 감소하고, 매연은 증가하는 것을 알 수 있다.

2) 흡기 라인에 별도의 에어컨의 라인을 연결하여, 에어컨을 켜었을 경우 1단과 4단을 비교하면, 4단일때 출력은 3.1%증가하였고, 매연은 8.4%감소했다.

3) 흡기 라인에 별도의 에어컨의 라인을 연결하여 에어컨을 켜었을 때와 정상운전상태에서 에어컨을 켜었을 때를 비교하면, 별도의 에어컨의 라인을 연결운전

시,흡기온도가 최고 20℃까지 떨어지며, 출력은 최고 9.6%증가하고, 평균매연 배출 농도는 최고 42.8%까지 감소하였다.

이상에서와 같이 흡기 라인에 별도의 에어컨의 라인을 연결하여 강제로 냉풍을 공급하면 과급되어 들어가는 압축공기의 밀도가 높아져 출력은 증가하고, 매연은 감소됨을 알 수 있었다. 또한, 과급기의 과열을 방지하여 내구성 확보에도 도움을 줄 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

1. 권오영, 2002, “직접분사식 예혼합 압축착화 디젤 엔진의 연소변동 및 배기 특성”, 석사학위논문, 한양대학교 대학원, pp. 1-4.
2. 오세인, 2006, “운행차 배출가스 정밀검사를 이용한 바이오디젤 혼합물에 따른 출력 및 매연 특성에 관한 연구”, 석사학위논문, 국민대학교 산업기술대학원, p. 2, pp. 17-59.
3. 은정표 · 이홍주, 1999, “자동차공학개론”, 중원사, p. 39.
4. 대기환경보전법 제63조 제7항에 의거 동법 시행규칙 제97조에 따른 운행차 배출가스 정밀검사 시행요령등에 관한규정, “운행차의 정밀검사 방법·기준 및 검사대상 무부하검사방법”
5. 대기환경보전법 제63조 제7항에 의거 동법 시행규칙 제97조에 따른 운행차 배출가스 정밀검사 시행요령등에 관한규정, “운행차의 정밀검사 방법·기준 및 검사대상 Lug Down 3모드 검사방법”
6. 송영배, 2004, “자동차 배출가스 공학”, 송림서원, pp. 394-396.