

國產 디젤機關의 汚染物質 排出特性에 關한 研究

A Study on Characteristics of Exhaust Emissions from Domestic Used Diesel Engines

趙康來 · 金良均 · 董宗仁 · 嚴明道

國立環境研究所 大氣研究部

K.R.Cho, Y.G.Kim, J.I.Dong, M.D.Eom

Department of Air Pollution Research National
Environmental Protection Institute

ABSTRACT

In order to survey the emission level of air pollutants from diesel vehicles, we measured CO, HC, NO_x and smoke of 4 types of domestic-use diesel engines under various conditions.

The emission of CO, HC and NO_x tested by 6-Mode test method and smoke emissions tested by full load test met the permissible vehicle emission standard. Pollutant emission rates of diesel engines were different according to engine operating conditions, that is, engine load and engine speed. Generally, CO and HC was emitted more at low load and NO_x at high load but the trend was quite different by the type of engines. In exhaust gas, NO₂ portion of NO_x emission was high, specially at low speed and low load. The correlation equation between CLD(NO_x) and NDIR(NO) method of nitrogen oxides analysis was $y=1.10x-3.48$ (y: CLD method) as a result of 6-mode test.

1. 緒 論

독일의 Rudolf Diesel 박사가 1892 년에 디젤機關을 發明한 이래 처음에는 고정용 大型 디젤機關이나 극히 일부의 大型輸送機關에 應用되었으나 그후 디젤機關에 대한 많은 發展을 가져와 大型트럭이나 버스 이외에 小型乘用車에 이르기까지 디젤機關의 輸送機關에의 應用은 큰 發展을 이룩하게 되었다.

이는 디젤機關이 燃料의 經濟性은 물론 高出力에 있어서의 利點 등으로 몇 차례의 석유위기를 거치면서 수요가 크게 伸張되고 있으며, 특히 우리나라에 있어서는 휘발유의 특별소비세 부가 등으로 휘발유 가격이 고가이므로 경유자동차의 수요는 특히 많아 全體自動車 登錄臺數의 50%를 占하고 있는 실정이다.¹⁾ 그러나 디젤機關은 휘발유機關에 비하여 소음진동이 심하며 粒子狀物質 등 많은 有害物質이 排出되어 大氣를 汚染시키고 있다.

즉, 炭素로 구성되어 있는 입자에 여러 가지 종류의 유해물질이 흡착되어 있는 입자상 물질은 觸媒裝置가 부착되어 있는 휘발유 자동차보다 30~100 배나 더 많이 배출되며²⁾ 디젤 燃料中에 0.4% 정도의 황이 함유되어 있으므로 0.03% 정도의 황이 함유되어 있는 휘발유보다 많은 양의 황산화물이 배출된다.³⁾

디젤 機關에서 排出되는 일산화탄소와 탄화수소는 과잉공기 상태에서 燃燒되기 때문에 휘발유 기관보다 적게 배출되지만 탄화수소중 발암물질인 다환 방향족 탄화수소(PAH)와 알데히드류와 같은 악취물질이 휘발유기관의 배기보다 많이 배출되는 등 인체, 식물, 재산 등 피해가 크기 때문에 그간 선진외국에서는 많은 연구가 수행되었다.^{4,8)}

특히 미국과 같은 선진국에서는 粒子狀物質의 低減을 위하여 排出許容基準을 強化하는 등 조치를 강구함에 따라 엄격한 排出許容基準의 목표달성을 위한 새로운 技術이 강구되고 있다. 즉, 機關의 燃燒條件 改善에 의한 粒子狀物質 低減은 물론 生成된 粒子狀物質을 大氣中으로 排出되기 前 排氣管에서 除去시키는 여과 장치 등을 開發하고 있다.^{9) 12)}

우리나라에서는 디젤 自動車的 排기가스 規制를 1981年 1月부터 新規製作 自動車에 대하여 煤煙을 規制하기 시작하였고 1984年 7월 1일부터 CO, HC, NO_x를 추가하여 規制하기에 이르렀다.

이에 本 研究에서는 우리나라에서 많이 운행되고 있는 주요 디젤 機關인 D 0846HM 機關, 4BA1 機關, S2 機關 및 HA 機關을 사용하여 各種 條件하에서의 汚染物質 排出特性을 調査하므로써 國產 디젤 機關의 汚染物質 排出現況을 把握하고 그 低減對策을 講究하는데

基礎資料를 얻고자 노력하였다.

2. 實驗內容 및 方法

2.1 實驗用 디젤 機關

디젤 機關은 直接噴射式(DI: Direct Injection)과 間接噴射式(IDI: Indirect Injection)으로 나누며 DI 式은 D 0846HM 機關과 같이 大型 機關에 使用하며 I DI 式은 4BA1, S2, HA 機關과 같이 小型 機關에 使用되고 있다.

디젤 機關의 吸入空氣壓을 一般 大氣壓보다높여 壓縮空氣를 燃燒室에 導入시키기 위하여 터보차징(Turbocharging)을 하고 있다. 이는 自然吸入(N.A: Naturally-Aspirated)보다 機關의 馬力이 增加되고 燃料 經濟가 向上된다. 우리나라에서 생산되고 있는 디젤 機關중에는 一部 車種의 大型터러에 터보차저(Turbo-charger)를 부착하고 있을 뿐이다.

本 研究에서는 機關動力計의 容量 등의 制約 등으로 DI 機關인 D 0846HM, IDI 機關인 4BA1, S2, HA 機關을 實驗用 機關으로 選定하였으며 터보차저가 부착된 大型 機關은 實驗하지 못하였다.

國產 主要 디젤 機關 4種에 關한 主要諸元은 <표 1>과 같다.

2.2 實驗方法

디젤 機關의 規制 汚染物質중 가스상 물질인 CO, HC, NO_x는 環境廳 告示 제 84-1호(84.1.9) 5항, 輕油自動車 排기가스 試驗方法에 의하였고 粒子狀物質인 煤煙은 4項 輕油自動車 煤煙 檢査方法에 의하여 測定

<표 1> specification of Diesel Engine

Maker	Engine Model	Displacement (cc)	Max. Horse Power (ps / rpm)	Max. Torque (kg·m / rpm)	Compression Ratio	Injection Timing (BTDC)	Fuel Consumption (g/ps·h/rpm)
DAE WOO	D 0846 HM	7255	(DIN) 168HP / 2500 (SAE) 185HP / 2500	(DIN) 50 / 1600 (SAE) 55 / 1600	17:1	29°	165 / 1600
	4 BA 1	2775	(JIS) 85 / 4000	(JIS) 18.5 / 2200	19:1	12°	187 / 1400
KIA	S 2	2209	(JIS) 70 / 4000	(JIS) 14.5 / 2400	21:1	3°	190 / 1600
	HA	2977	(JIS) 86 / 3600	(JIS) 21 / 2000	21:1	0°	180 / 1600

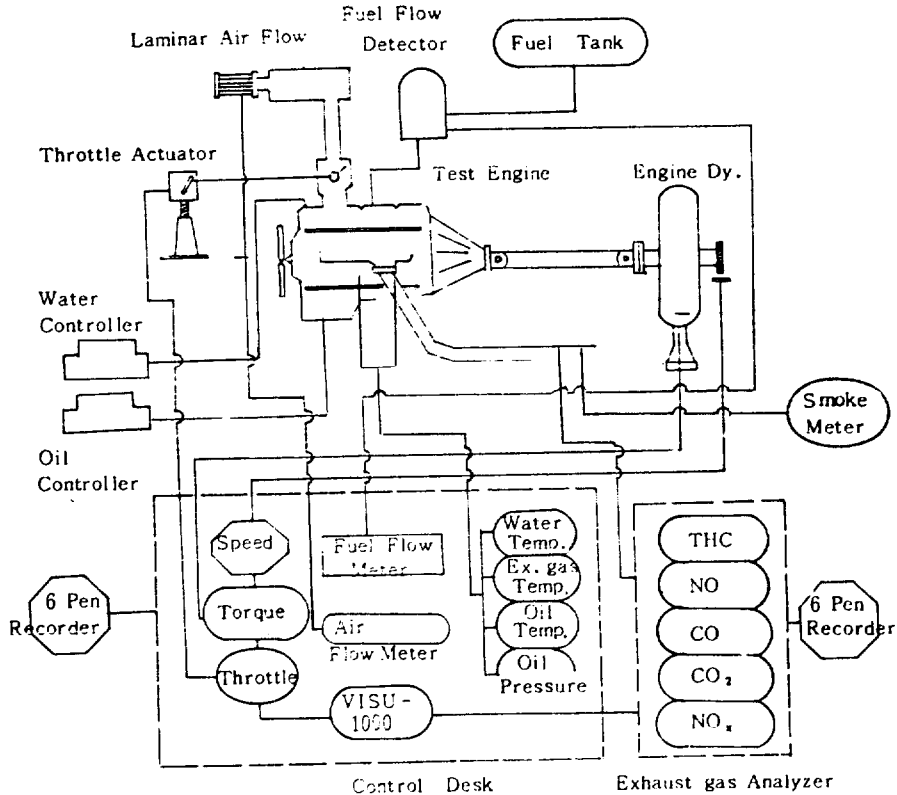
하였다.

디젤기관의 運轉條件에 따른 排出가스 濃度變化를 把握하기 위하여 機關의 回轉速度와 負荷를 단계적으로 變化시켜 가면서 排出가스 濃度 및 煤煙濃度を 測定하였으며 機關의 最大토크, 最大馬力 및 燃料消費率도 同時에 測定하였다. 이때 實驗條件은 KSR 1003 (自動車用 디젤기관 性能試驗方法)에 依하였다.

2.3 實驗裝置

輕油機關의 汚染物質 排出量을 測定하기 위한 實驗裝置는 <그림 1>과 같이 構成하였다.

本裝置는 2臺의 動力計 및 調節裝置와 1臺의 排出가스 分析器로 構成되어 있으며 스톱 콘트롤러, 燃料流量計, 吸入空氣流量計 및 溫度計를 비롯 各種檢



<그림 1> Schematic Diagram of Diesel Emission Measuring Apparatus.

出器는 1臺로서 共同으로 利用할 수 있도록 構成되어 있다.

動力計는 日本 NISHISHIBA社 NEDD-134 H 및 NEDD-146 H이며, 排出가스 分析器는 日本 HORIBA社 MEXA-8120을 使用하였다.

煤煙測定器는 日本 SOKKEN GSM-2 爐紙反射式으로서 自動式이며 燃料流量計는 重量式으로서 日本 ONOSOKKI FX203, FX103 그리고 吸入空氣流量計는 SOKKEN LFE-100 B, LFE200B를 使用하였다.

Vol. 1 (通卷 1號, 1985)

3. 實驗結果 및 考察

3.1 排出許容 基準試驗

實驗用 디젤기관은 機關케이커에서 封閉한 상태로 하여 CO, HC 및 NO_x排出濃度, 煤煙濃度 및 一部 디젤기관性能을 測定한 結果를 <표 2>에 나타내었다.

〈 2 〉 Exhaust Emission of Diesel Engine

Engine Type	Max. Torque (kg·m / rpm)	Max. Power (ps / rpm)	Fuel Cons. at Max. Torq. (g/ps·h)	Smoke(%) Full Load				Emission (ppm) 6 Mode		
				40 %	60 %	100 %	Mean	CO	HC*	NO _x
DO 846 HM #1	49.7 / 1,600	165.2 / 2,500	164.5	34	20	15	23	521	190	929
#2	47.5 / 1,600	158.2 / 2,500	154.4	30	12	6	16	401	231	903
#3	48.6 / 1,600	159.4 / 2,500	155.9	30	15	10	18	432	219	691
#4	48.6 / 1,600	161.3 / 2,500	157.6	32	23	11	22	422	236	699
#5	45.8 / 1,600	156.1 / 2,500	172.5	41	32	27	33	559	267	762
Mean ± SD***	48.0±1.3	160.0±3.1	161.0±6.7	33 ± 4	20 ± 7	14 ± 7	22 ± 6	467 ± 62	229±25	797±101
4BA1 #1	17.7 / 2,200	79.3 / 4,000	196.3	17	28	20	22	385	198	464
#2	16.8 / 2,200	71.5 / 4,000	204.7	16	24	31	24	593	464	410
#3	17.2 / 2,200	72.6 / 4,000	207.5	15	34	38	29	616	222	449
#4	16.7 / 2,200	74.5 / 4,000	203.6	12	18	26	19	587	285	440
#5	15.9 / 2,200	62.61/4,000	211.1	23	20	20	21	287	287	335
Mean ± SD	16.9±0.6	72.1±5.5	204.6±4.9	17 ± 4	25 ± 6	27 ± 7	23 ± 3	494±133	291±93	420±46
S2 #1	13.1 / 2,400	55.3 / 4,000	212.7	8	19	35	21	390	131	426
#2	13.7 / 2,400	58.2 / 4,000	205.8	9	21	33	21	357	107	407
#3	12.0 / 2,400	50.2 / 4,000	232.0	16	10	29	18	215	53	263**
#4	12.1 / 2,400	52.5 / 4,000	234.0	8	8	25	14	261	58	365**
#5	12.4 / 2,400	52.1 / 4,000	229.0	13	8	23	15	347	74	351**
Mean ± SD	12.7±0.7	53.7±2.8	222.7±11.3	11 ± 3	13 ± 6	29 ± 5	18 ± 3	314 ± 65	85±30	362±57
HA #1	18.3 / 2,000	67.1 / 3,600	207.6	40	32	33	35	372	141	285
#2	18.5 / 2,000	69.9 / 3,600	204.0	38	33	34	35	287	45	293
#3	17.0 / 2,000	63.8 / 3,600	211.0	27	31	27	28	270	54	293**
#4	17.1 / 2,000	62.8 / 3,600	205.0	32	33	30	32	313	154	250**
#5	17.7 / 2,000	64.7 / 3,600	201.0	28	30	28	29	256	57	289**
Mean ± SD	17.7±0.6	65.7±2.6	205.7±3.4	33 ± 5	32 ± 1	30 ± 3	32 ± 3	300 ± 41	90±47	282±16

* Unit : ppm C

** NDIR Method

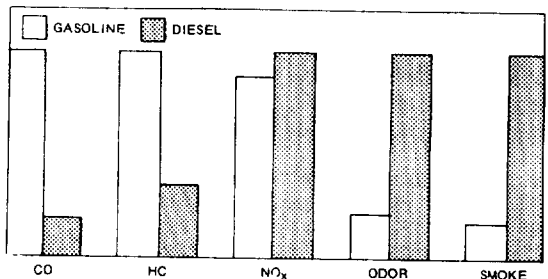
*** SD : Standard Deviation

3.1.1 CO, HC 및 NO_x 濃度

디젤기관은 가솔린기관과는 그 작동원리가 크게 상이하여 가솔린기관에서는 공기와 연료 혼합 기체가燃燒室에導入되어燃燒되지만 디젤기관에서는 공기만이燃燒室에導入, 高壓, 壓縮시킨 후 연료를 高壓噴射시켜燃燒시킴으로서 공기/연료비가 17~100/1로서 충분한 酸素 存在狀態로써燃燒되므로 CO 및 HC의生成은 적으나 高壓, 高溫으로燃燒되므로 NO_x의生成은 많다. 또한 디젤기관에서는 高負荷 狀態에서 연료 噴射량이 많고 霧化狀態가 나쁠 때 煤煙發生이 많은 短點을 갖고 있다.

디젤기관과 가솔린기관의 汚染物質 排出濃도를 비

교하면 〈그림 2〉와 같다.



〈그림 2〉 Relative levels of pollutants emitted by gasoline and diesel-powered vehicles.

〈표 2〉에 나타난 바와 같이 모든 機關에 있어서 排出濃度 許容基準値(CO: 980 ppm 以下, HC: 670 ppm 以下, NO_x: 直接噴射式에서는 1,000 ppm 以下, 副室式에 있어서는 590 ppm 以下)에 適合하였다.

CO 濃度を 보면 D 0846HM: 467 ± 62 ppm, 4 BA 1: 494 ± 133 ppm, S 2: 314 ± 65 ppm, HA: 300 ± 41 ppm 로서 全體의 良好한 狀態이며 HC 濃度は D 0846 HM: 229 ± 25 ppm C, 4 BA 1: 291 ± 93 ppm C, S 2: 85 ± 30 ppm C 로서 좋은 結果를 나타내었다.

특히 S 2 및 HA 機關에 있어서는 HC의 排出量이 낮은 것을 볼 수 있다. 한편 NO_x 濃度を 보면 D 0846 HM: 797 ± 101 ppm, 4 BA 1: 420 ± 46 ppm, S 2: 362 ± 57 ppm, HA: 282 ± 16 ppm 으로서 直接噴射式인 D 0846 HM 機關을 除外하고는 NO_x의 排出量은 높지 않았다.

3.1.2 煤煙濃度

煤煙의 測定은 最大 出力을 나타내는 機關 回轉數의 40%, 60% 및 100% 回轉數에 있어서 機關의 負荷를 最大로 할 때에 發生하는 煤煙의 濃度を 爐紙反射式 스모크메타로 測定한 結果로서 〈표 3〉에 나타내었다. 여기서 볼 수 있는 바와 같이 機關의 種類에 따라 煤煙排出 特性이 相異하다. 즉, D 0846 HM 機關에 있어서는 低速 高負荷時 煤煙濃도가 높으나 高速 高負荷에 있어서는 煤煙濃도가 낮다. 그러나 4 BA 1 機關과 S 2 機關에 있어서는 低速 高負荷時보다 高速 高負荷時에 煤煙排出濃도가 높음을 볼 수 있으며 HA 機關에 있어서는 機關回轉數에 관계없이 全回轉數에 있어서 高負荷時 煤煙 排出濃도가 높음을 알 수 있다. 표에서 볼 수 있는 바와 같이 煤煙의 濃度は 全般的으로 排出許容基準濃度 50% 以下에 모두 適合하며 D 0846 HM 機關은 22 ± 6%, 4 BA 1 機關은 23 ± 3%, S 2 機關은 18 ± 3%, HA 機關은 32 ± 3% 이었다.

3.1.3 最大토크 最大出力 및 燃料消費率

〈표 2〉의 最大토크, 및 最大出力은 機關 諸元表上的 最大토크, 및 最大出力時의 機關回轉數에서 測定한 토크(kg·m) 및 馬力(PS)을 標準狀態로 換算한 것이며 試驗條件은 KSR1003에 의하여 팬, 알터네이터, 에어크리너는 附着하였으며 變速機는 HA 機關을 除外하고는 附着하지 않고 試驗하였다.

最大토크 및 最大出力은 이들 附加裝置의 附着如

否에 따라 相異하므로 試驗條件이 相異하면 最大 토크값 및 最大 出力값은 다르다.

〈표 2〉에서 볼 수 있는 바와 같이 最大토크와 最大出力中 D 0846 HM 機關은 48.0 ± 1.3 kg·m, 160.0 ± 3.1 PS, 4 BA 1 機關은 16.9 ± 0.6 kg·m, 72.1 ± 5.5 PS, S 2 機關은 12.7 ± 0.7 kg·m, 53.7 ± 2.8 PS, HA 機關은 17.7 ± 0.6 kg·m, 65.7 ± 2.6 PS이다. 이는 諸元表上的 最大토크와 最大出力에 미달하고 있다.

單位 馬力時間當 燃料消費量(燃料消費率)(g/PS·h)은 D 0846 HM 機關이 161.0 ± 6.7 g/PS·h, 4 BA 1 機關이 204.6 ± 4.9 g/PS·h, S 2 機關이 222.7 ± 11.3 g/PS·h, HA 機關이 205.7 ± 3.4 g/PS·h 로 나타났 다.

3.2 機關回轉數와 汚染物質 排出濃度

機關回轉數(rpm)가 排出가스濃도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 實驗機關의 性能試驗時 排出가스濃度を 測定하여 그 結果를 〈그림 3〉에 나타내었다. 즉, 機關의 回轉數를 段階的으로 變化시켜 가면서 各 機關回轉數에서 最大負荷로 運轉할 때에 排出되는 CO, HC 및 NO_x의 排出濃도와 煤煙의 濃度を 測定하였다.

3.2.1 CO 및 HC

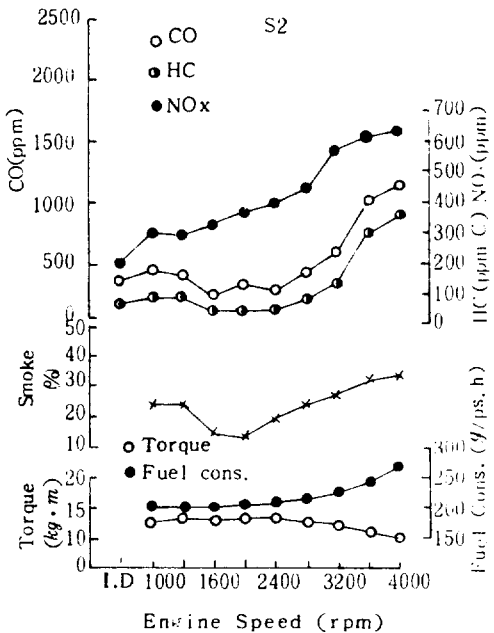
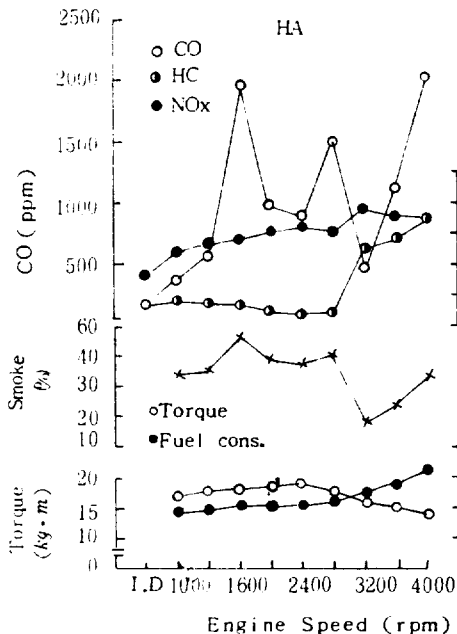
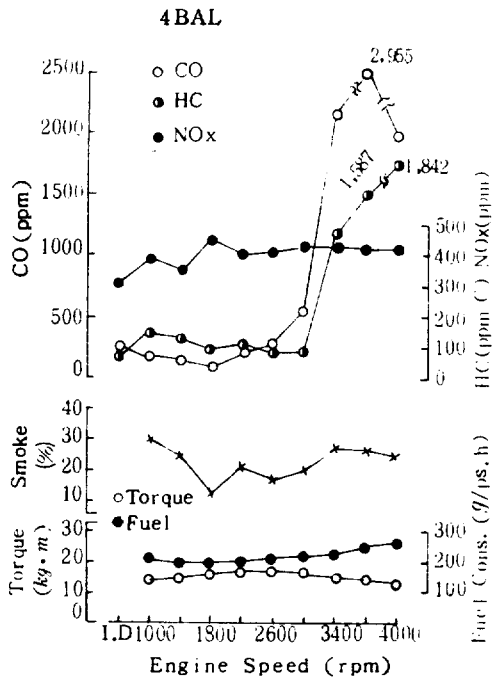
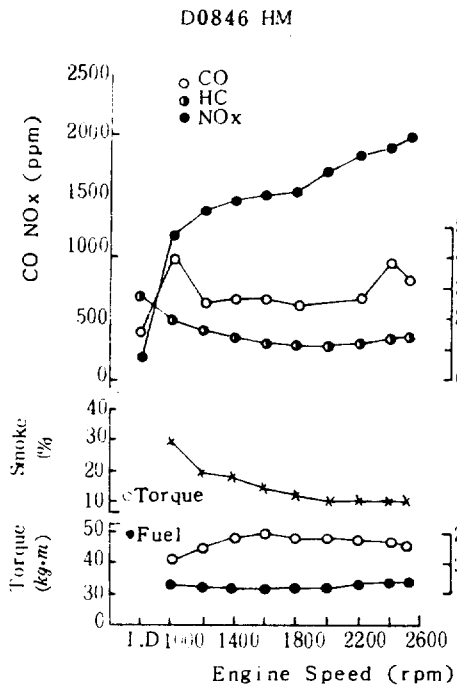
CO 및 HC의 排出特性은 비슷한 경향을 나타내며 機關의 種類에 따라 相異하다. 즉, D 0846 HM 機關에서는 一般的으로 低 rpm에서 CO 및 HC 濃도가 높고 高 rpm에서 낮다. 4 BA 1 機關에서는 低 rpm에서 CO 및 HC 濃도가 낮고 3,400 rpm 以上 高 rpm에서 CO 및 HC 濃도가 急激히 增加함을 볼 수 있다. S 2 機關에서는 低 rpm과 高 rpm에서 CO 및 HC 濃도가 높고 中間 rpm에서 낮으며 HA 機關에서는 回轉數에 따라 變化가甚하다.

3.2.2 NO_x

NO_x의 排出特性은 一般的으로 機關回轉數의 增加와 더불어 增加하여 D 0846 HM 機關과 같이 直接噴射式 機關에서는 그 增加量이 크며 4 BA 1, S 2 및 HA 機關과 같이 副室式 機關에서는 增加程度가 완만하다.

3.2.3 煤煙

D 0846 HM 機關에서는 低 rpm에서 煤煙濃도가 높고 高 rpm에서 낮다. 4 BA 1 機關과 S 2 機關에서는 一般的으로 低 rpm과 高 rpm에서 煤煙濃도가 높고 中間 rpm에서 煤煙濃도가 낮은 경향을 나타내며 HA 機關



〈그림 3〉 Exhaust Emission Smoke, Fuel Consumption and Torque as a Function of Engine Speed.

에서도 3,000 rpm 및 3,300 rpm에서 煤煙濃도가 낮은 것을 除外하고 거의 一定한 濃度を 나타내고 있다.

3.3 機關負荷와 汚染物質 排出濃度

定速에서의 負荷變動에 따른 배출가스 농도 변화를 <그림 4>에 나타내었다.

그림에서 볼 수 있는 바와 같이 엔진의 種類에 따라 오염물질 배출특성은 相異하며 一般적으로 NO_x에 있어서는 100% rpm이 60% rpm보다 높은 값을 나타내며 CO 및 HC에 있어서는 機關에 따라 또는 機關 회전수에 따라 相異함을 볼 수 있다.

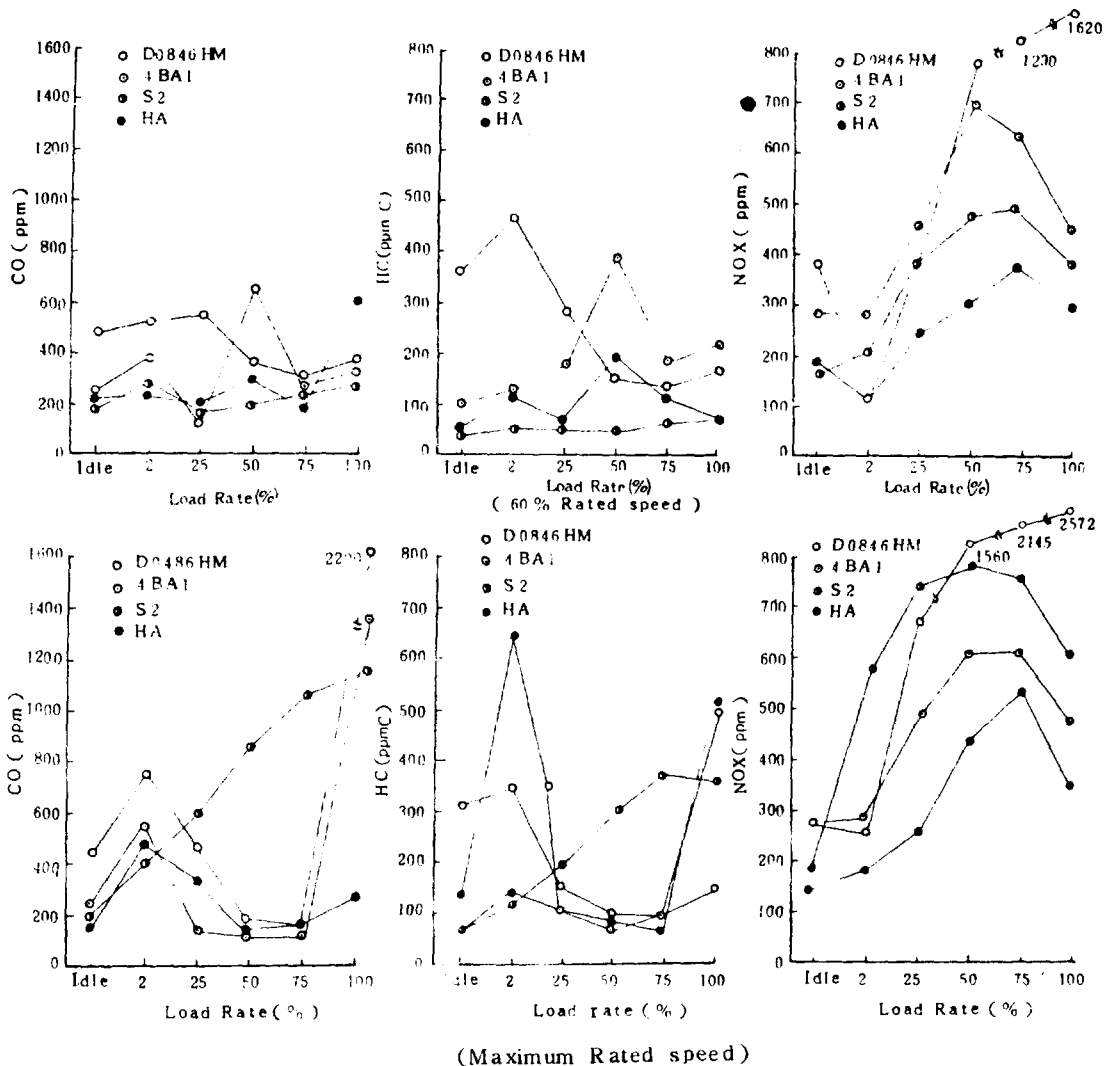
3.3.1 CO

직접분사식인 D 0846 HM機關의 CO 排出濃도가 全體적으로 높으며 特히 最大速度(Maximum Rated Speed), 最大負荷에서 2,200 rpm으로서 높은 값을 나타내고 있다.

S2 機關은 최대속도에서 負荷率의 增加와 더불어 增加하며 기타機關은 50~75%에서 最小값을 나타내었다.

3.3.2 HC

HC의 濃度は 一般적으로 낮은 값을 가지며 60%rpm



<그림 4> Effect of Load on Exhaust Emission at 60% and Maximum Rated speed.

(60 % Rated Speed)에서 D 0846 HM機關이 2%負荷率에서 제일 높은 값을 나타내며 4BA1機關은 50%부하율에서 높은 값을 나타낸다.

최대 속도에서는 4BA1機關이 2% 부하율에 가장 높은 값을 가지며 S2機關은 CO와 같이 부하율의 증가에 따라 점점 증가하였다.

3.3.3 NO_x

NO_x의 농도는 D0846 HM機關에서는 負荷率의 증가와 더불어 증가하나 副室式機關인 기타機關은 50% 부하율에서 最大값을 가지며 2% 및 100% 부하율에서 감소하였다.

3.4 機關出力과 汚染物質 排出濃度

디젤機關에서 出力과 煤煙發生은 比例하지 않는다는 事實을 알아야 한다. 많은 운전자나 整備에 종사하는 사람들은 機關의 出力을 높이기 위하여 燃料 噴射 펌프의 速度調節스크류(Full Load Stopper)를 調節하여 燃料噴射量을 많게 하면 出力이 增加되며 이 때 煤煙은 出力에 比例하여 發生한다고 생각하고 있다. 그러나 이는 크게 잘못 생각하고 있다는 것을 알아야 한다.

디젤機關의 出力과 煤煙發生은 <그림 5>와 같은 관계를 갖고 있다.

<그림 5>에서 볼 수 있는 바와 같이 機關의 出力은 어느 단계까지는 증가하지만 그 이상은 증가하지 않는다. 그러나 煤煙은 어느 단계까지는 완만하게 증가하다가 어느 일정단계를 벗어나면 급격히 증가함을 알 수

있다. 이와 같은 현상은 煤煙 뿐 아니라 가스상 물질인 일산화탄소도 같은 경향을 나타내 燃料噴射量이 어느 일정 단계를 넘으면 급격히 增加한다는 事實도 알 수 있다.

3.5 機關負荷와 NO₂ 排出濃度

排出가스중 NO_x 分析方法에는 NDIR 法과 CLD 法이 주로 使用되고 있다.

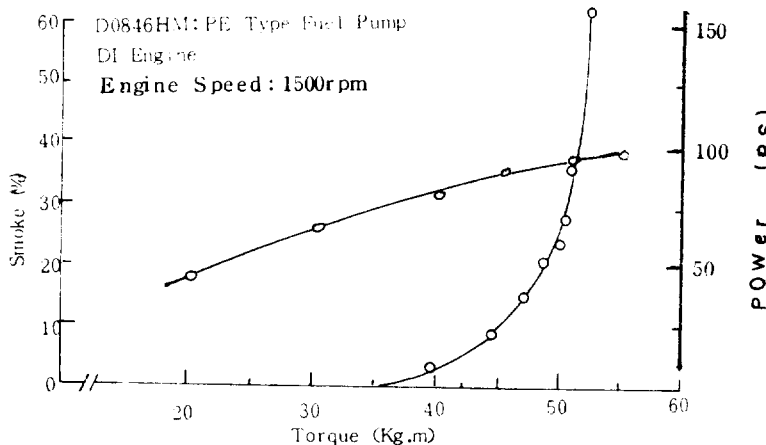
NDIR 法은 NO의 分析方法이며 CLD 法은 NO_x(NO + NO₂) 分析方法이다. 그러므로 排出가스중 NO₂는 CLD 法에서는 分析되나 NDIR 法에서는 分析되지 않는다.

本 研究에서는 機關의 負荷變動에 따른 NO₂ 排出率, NDIR 法과 CLD 法의 相關性 및 6모우드分析法에 의한 두 分析法의 差를 比較檢討하여 보았다.

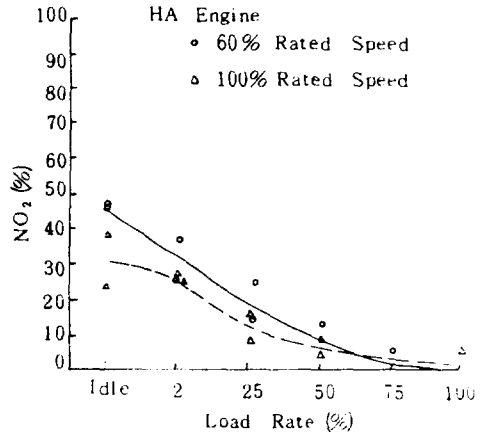
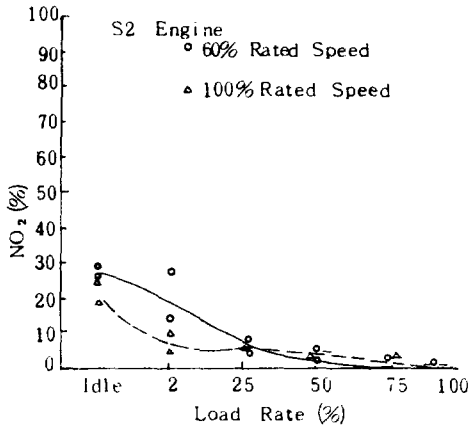
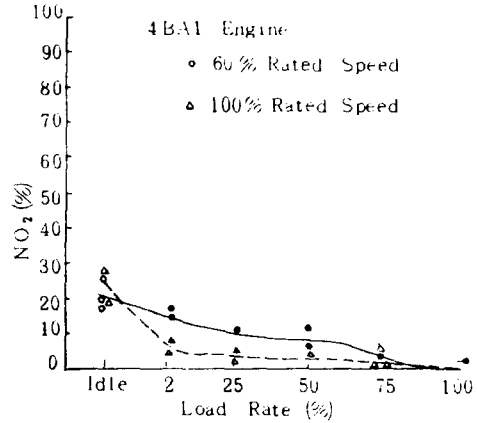
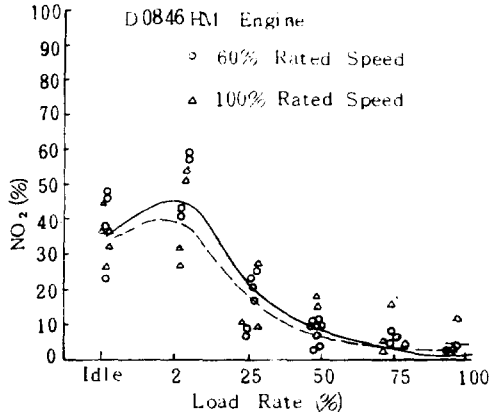
機關의 負荷를 아이들링, 2%, 25%, 50%, 75% 및 100%로 變化시킬 때 CLD 法과 NDIR 法의 差를 求하고 NO_x에 대한 NO₂의 百分率을 求하여 <그림 6>에 나타내었다.

여기서 $NO_2(\%) = \frac{CLD - NDIR}{CLD} \times 100 = \frac{NO_x - NO}{NO_x} \times 100$ 으로 나타내었다.

그림에서 보는 바와 같이 直接噴射式 機關(D 0846 HM)이 副室式機關(4BA1, S2, HA)보다 低負荷領域인 아이들링 및 2%에서 NO₂ 排出率이 높으며 車速에 있어서도 高速보다는 低速에서 排出率이 높다.¹³⁾¹⁴⁾ 이는 輕油機關에서는 低速, 低負荷에서는 排出가스중 酸



<그림 5> Smoke vs Engine Torque



〈그림 6〉 NO₂ Fraction of NO_x vs Load Rate (%) at and Maximum Rated Speed.

素濃도가 높아 NO酸化가促進되기 때문인 것으로 思料된다.

4. 結 論

輕油自動車の 汚染物質 排出現況을 把握하기 위하여 國產 輕油機關 4種, 20臺를 試驗品으로 하여 여러가지 運轉條件下에서의 煤煙, CO, HC 및 NO_x 排出濃度를 測定하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

4.1 排氣가스中 汚染物質濃度は 6모우드試驗 및 煤煙모우드 試驗結果 排出許容基準에 適合하였다.

4.2 自動車の 運轉條件 變化에 따른 汚染物質 排出量은 負荷 및 機關回轉數에 따라 相異하며 一般的으로

는 低負荷에서는 CO 및 HC가 高負荷에서는 NO_x가 많이 排出되고 있으나 機關에 따라 相異한 特性을 가지고 있었다.

4.3 디젤機關의 出力을 높이기 위하여 燃料噴射量 調節 등의 操作을 삼가하여야 한다. 즉, 出力은 어느 段階까지 增加하면 더 이상 增加하지 않고 煤煙 등의 排出量 增加한다는 事實을 運轉者들은 알아야 한다.

4.4 輕油自重車 排기가스중에는 NO_x의 比率이 높으며 특히 低速, 低負荷狀態에서 NO_x가 많이 排出되었다.

참 고 문 헌

- 1) 交通統計年報, 交通部, 1984.
- 2) Vernon, T., J.M. Lents, G.L. Gallagher, Diesel

- Emission: their Formation, Impacts and Recommendations for Control, p.17. 1983.
- 3) 趙康來, 董宗仁, 俞完: “自動車 排出가스에 의한 大氣汚染 豫測에 關한 研究”, 國立環境研究所報p51, 1983.
 - 4) Office of Mobile sources, “Diesel particulate study,” U.S. E.P.A, October. 1983.
 - 5) Joachim Kraft, Alfred Hartung, Juergen Schu-ze, and Karl-Heinz Lies, “Determination of Polycyclic Aromatic Hydro Carbons in Diluted and Undiluted Exhaust Gas of Diesel Engines”, SAE 821219.
 - 6) Richard E.Gibbs, James D.Hyde, Stanley M. Byer, “Characterization of Particulate Emissions from In-Use Diesel Vehicles,” SAE 801372.
 - 7) H.Hiroyasu, M.Arai, and K.Nakanishi, “Soot Formation and Oxidation in Diesel Engines”, SAE 800252.
 - 8) Christopher S.Weaver, “Particulate Control Technology and particulate standards for Heavy Duty Diesel Engines”, SAE 840174.
 - 9) 井上造ほか, “渦室式 デイゼル車からの 汚染物質排出量の検討”, 東京都公害研究所年報,p.21~29, 1980.
 - 10) 福岡三郎ほか, “小型ディーゼル車エンジンの 汚染物質排出實態”, 東京都公害研究所年報, p.10 20, 1981.
 - 11) James, N.Braddock and Ronald. L.Bradow, “Emission Pattern Diesel-Powered Passenger Cars, SAE 750682.
 - 12) 舟島正直, 大型ディーゼル車からの 汚染物質排出實態, 東京都公害研究所年報, p.20~29, 1982.