

## 물-가스홀 混合物을 燃料로 使用한 가솔린機關의 性能 및 排氣成分에 關한 實驗的 研究

盧 相 舜\* · 裴 明 煥\*\*

An Experimental Study on the Performance and the Exhaust Emissions  
of Gasoline Engine using Water-Gashol Blends as a Fuel

Rho Sang-Soon · Bae Myeung-Hwan

### Abstract

Since the energy shock in 1973, there have been wide studies for the developments of the alternative energy source, the rationalization of the energy utilization and the energy economy because of the recognition of the limitation of energy source all over the world.

This study is experimentally examined in and compared with the engine performance of output, torque and fuel consumption rate, and the exhaust emissions with the change of engine rpm in the cases of using water-gashol blends, gashol and gasoline as a fuel in a conventional 4 cycle 4 cylinder gasoline engine. In the case of using water-gashol blends, it is installed by the exhaust manifold pipe into the intake manifold, and water is injected from nozzle fitted up the air horn of the carburetor.

The results are obtained as follows ;

1. In the case of an addition with water, the engine output and the torque are little difference with the case of gasoline.
2. The fuel consumption rate is decreased as compared with the case of gasoline. Especially, the decrease in quantity is remarkable at the low rpm.
3. The exhaust emissions are remarkably decreased as compared with the case of gasoline. Especially, decreases of CO and HC in quantity are remarkable at the low rpm, and a decrease of NOx in quantity is remarkable at the high rpm.
4. There is a moderate condition of operation because the producing factors of NOx and CO, HC are contrary to each other.

---

\* 正會員, 全北大學校

\*\* 正會員, 全北大學校 大學院

## 1. 緒 論

1973年度 에너지波動以後 全世界는 에너지資源의 限界性を 認識하여 代替에너지源의 開發, 에너지利用의 合理化 및 節約을 위해 많은 努力을 기울이고 있다. 長期的인 에너지源의 供給對策으로써 脫石油를 위한 太陽熱, 風力, 核融合等과 같은 代替에너지의 開發이 必要하여 많은 進前이 있어 왔지만, 相當한 時間과 開發投資를 必要로 하기 때문에 아직 一般化되기에는 좀 더 많은 時日이 要求된다. 그래서 現在의 技術으로써 解決할 수 있는 에너지 轉換效率提高를 爲한 技術開發이 보다 効果的이다. 이러한 一環策의 하나로 吸氣系에서 물을 噴射하여 燃燒狀態를 改善하는 것에 對해서도 多角度로 檢討되어 왔다.

吸氣系에서의 물 噴射는 1940年代 初期에는 機關 全出力時에 노크防止 수단으로 사용하였고, 1960年代에는 시린더內에서의 燃燒效率의 向上과 NO<sub>x</sub>生成의 低減을 위한 EGR과 같은 効

果를 얻기 위해 實驗的으로 檢討된 바 있다.

또한 메탄올은 이미 오래 전부터 自動車用 燃料로서 考慮되었고, 實際로 가솔린이 低廉한 價格으로 풍부하게 공급되기 전에는 自動車用 燃料로 사용되었다.<sup>1-5)</sup>

本 研究에서는 既存의 4사이클·4시린더 가솔린 機關을 試驗機關으로 하여 가솔린 및 가솔린만을 사용했을 때와 吸氣管内에 排氣管을 設置하고, 排氣中 一部를 通過시켜 吸入混合氣를 加熱하여 氣化가 촉진되게 하고 氣化器의 에어호른(Air Horn)에 設置한 노즐로부터 물을 噴射하여 機關回轉速度의 變化에 따르는 出力, 토오크 및 燃料消費率의 機關性能과 排氣成分에 대하여 實驗的으로 比較 檢討하였다.

## 2. 混合燃料의 特性

### 2-1. 메탄올의 物性值

메탄올에 대한 燃料로서의 特性은 Table 1<sup>6-8)</sup>

Table 1. Properties of Gasoline and Methanol.

Property	Fuel	Gasoline (Iso Octane)	Methyl Alcohol (Methanol)
Chemical Molecular Formula		C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	CH <sub>3</sub> OH
Molecular Weight		114	32
Specific Gravity at 20°C(at 15°C)		0.7(0.74)	0.835(0.796)
Stoichiometric Air & Fuel Ratio (Kg air/Kg fuel)		15.1	6.45
Temperature Drop of Vaporization of Stoichiometric Mixture (°C)		18	122
Lower Heating Value (Kcal/Kg)		10,600	5,331
Ratio of Lower Heating Value with Gasoline.		100	50
Heating Value of Stoichiometric Mixture (Kcal/Kg air)		702	827
Vapor Volume of Stoichiometric Mixture (%)		1.65	12.3
Latent Heat of Vaporization (Kcal/Kg)		65	263
Latent Heat of Vaporization of Stoichiometric Mixture.			
Kcal/Kg air		4.30	4.08
Kcal/Kg mix.		4.03	35.3
Boiling Point (°C)		99.4	66.4
Melting Point (°C)		-107	-98
Flash Point (°C)		17	-1~32
Research Octane		100	106
Motor Octane		100	92
Cetane		12	3
Auto. Ignition Temperature (°C)		275	500
Lean Operation Limit			
Bomb		1.67	2.2
Engine (Excess Air Ratio)		1.3	1.5
Flame Temperature (1 atm, °C)		470	478
Flame Propagation Velocity (m/sec)		0.33	0.48
Reid Vapor Pressure (psi)		6~15	5.0

에 나타난 物性值으로써 거의 決定된다. 또한 Table 1에서 가솔린과 比較하므로써 메탄올混合 燃料機關의 특징이 推定된다.

메탄올은 無色, 刺戟性的의 液體로서 極性分子이다. 水酸基(OH<sup>-</sup>)를 分子內에 含有하고 있으므로 물과는 잘 섞이고 Table 1로부터 메탄올 燃料에 대하여 다음과 같은 것을 알 수 있다.

- ① 比重이 비슷하기 때문에 常溫의 어떠한 混合比에서도 比重量이 거의 變化되지 않고 잘 混合한다.
- ② 燃料分子內에 불필요한 酸素量이 半을 포함하고 있다.
- ③ 燃料의 單位重量當의 發熱量이 가솔린의 半밖에 안되어 燃料消費量이 增大된다.
- ④ 完全燃焼에 필요한 理論空燃比는 6.45로 가솔린의 15.1에 比하여 1/2 이하이므로 燃料供給系를 改造하지 않으면 希薄混合氣燃焼가 된다.
- ⑤ 混合氣當의 發熱量은 메탄올이 827Kcal/kg 이고, 가솔린이 702Kcal/kg이므로 既存 混合氣 供給方式을 改造하면 出力向上을 期待할 수 있다.
- ⑥ 理論空燃料가 되도록 燃料를 供給하면 發熱量이 가솔린과 거의 同一해지고, 또 出力도 거의 같게 된다.
- ⑦ 蒸發潛熱이 가솔린에 比해 4배정도 높고 蒸氣壓도 상당히 낮아 着火可能의 混合氣를 만들기 어려우며, 특히 10°C이하의 추운 지방에서의 始動이 어렵고, 應答性 및 分配性도 좋지 않다.
- ⑧ 吸入空氣의 溫度가 低下되므로 充填效率이 增大되어 出力을 增大시킬 수 있고, 燃焼室內의 溫度를 낮출 수 있다.
- ⑨ 옥탄價가 높아 高壓縮運轉을 할 수 있어 機關의 熱效率을 增大시킬 수 있다. 또한 가솔린에 메탄올을 混合하면 옥탄價가 增加한다.
- ⑩ 세탄價가 낮아 디이젤燃料 燃焼에는 適合하지 않다.
- ⑪ 蒸發潛熱과 發火點이 높으며 火焰傳播速度가 크기 때문에 希薄混合氣를 만들기 쉬우며, 특히 노킹을 방지하는 役割을 한다.
- ⑫ 引火點은 가솔린과 비슷하고, 地球上의 거

의 모든 大氣條件에서 水結되지 않는다.

- ⑬ 메탄올은 着火遲延時間이 길고 蒸發潛熱이 높아 冷却效果를 가져와 NOx의 排出量은 低減된다.
- ⑭ 希薄混合 燃焼範圍가 넓어 熱效率이 增大되고 排氣排出量이 줄어들면서 良好한 運轉을 할 수 있다.
- ⑮ 化學的인 計算에 따르면 같은 境界條件下에서는 NOx와 CO 濃度는 H/C比가 커질 수록 減少한다. 따라서 이 計算에 따르면 메탄올 (H/C=4)은 가솔린 (H/C=2.25) 보다 NOx 및 CO 濃度는 낮을 것이다.

### 2-2. ASTM 蒸溜曲線

가솔린·메탄올 및 10% 混合燃料의 蒸發性能을 測定하기 위하여 規定된 ASTM 蒸溜裝置<sup>9)</sup>를 사용하여 初溜溫度(IBP; initial boiling point)로부터 각각 10%만큼의 燃料蒸發에 대한 氣化溫度를 測定하여 Fig. 1 에 蒸溜曲線<sup>4, 10)</sup>을 나타낸다.

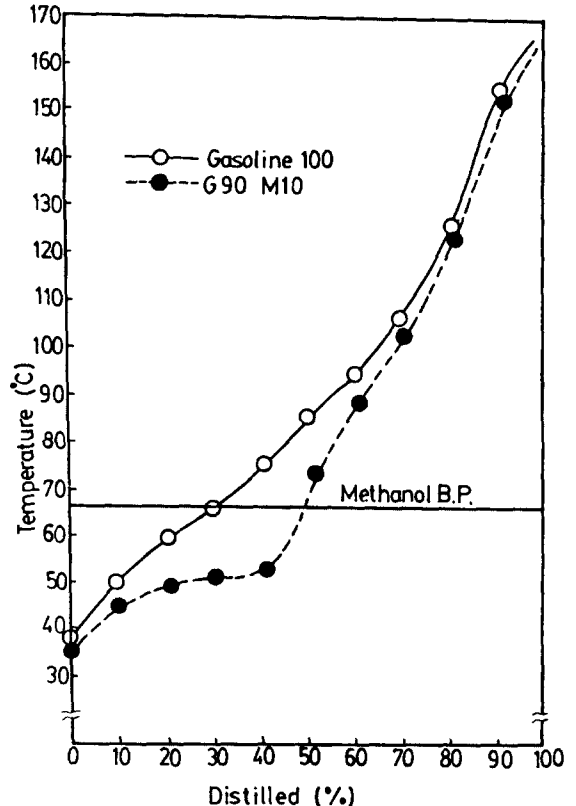


Fig. 1. Distillation Curve of Mixed Fuel on the Base of Gasoline

一般的으로 初溜溫度와 10% 溜出溫度의 差가 작거나, 初溜溫度가 낮고 10% 溜出溫度가 그다지 높지 않은 燃料가 처음에 着火해서 發生하는 熱量이 그 다음의 溜分을 着火시키기에 充分하므로 이런 燃料는 일단 引火만 되면 完全燃燒될 수 있다. 따라서 10% 溜出溫度는 起動성과 着火성을 表示한다.<sup>11)</sup>

Fig. 1에 의하면 10% 混合燃料의 蒸溜曲線은 메탄올의 沸騰點보다 더 낮은 溫度에서 溜出하기 시작한다. 또한 가솔린은 여러 成分의 混合物이기 때문에 低沸點에서부터 高沸點까지 넓게 分布되어 있으나, 메탄올은 均一한 成分이므로 一定値를 보이고 있다. 10% 混合燃料는 低溜出溫度部에서는 메탄올처럼 緩慢한 傾斜를 이루나 高溜出溫度部에서는 急傾斜를 이루어 가솔린 蒸溜曲線에 接近한다. 이것은 蒸發性能이 좋은 메탄올이 大部分 蒸發하였기 때문인 것으로 생각된다. 가솔린에는 低沸點成分이 있어 始動性을 良好하게 하나 메탄올은 低沸點成分이 없고, 氣化熱도 커서 始動性이 良好하지 않지만 10% 混合燃料는 10% 溜出溫度點이 낮기 때문에 起動性, 着火性 및 시린더內의 分配性은 좋을 것으로 생각된다. 그러나 베어퍼록(vapour lock)과 滲透性이 發生되기 쉽다.<sup>1,4)</sup>

### 2-3. 相分離

常溫에서 가솔린과 메탄올은 어떠한 混合比에서든지 相分離를 일으키지 않고 잘 混合된다. 그러나 問題는 水分이 混合되었을 경우 넓은 混合範圍에 걸쳐서 2個의 相으로 分離된다. 메탄올은 吸濕性이 매우 커서 大氣中의 水分도 無視할 수 없다.

Fig. 2는 가솔린-10%메탄올 混合燃料의 吸

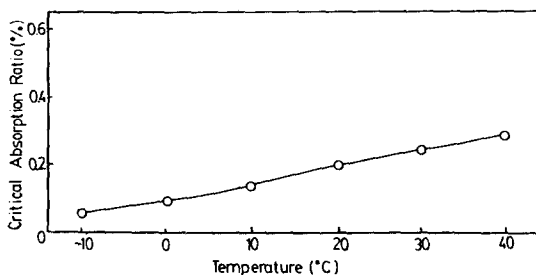


Fig. 2. Variatons of Critical Absorption Ratio With 10% Methanol Mixture Ratio at Various Temperature.

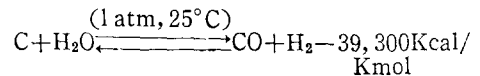
濕으로 인한 分離限界를 나타낸다.<sup>12)</sup> 이 그림에서 20°C에서 燃料內의 水分이 0.24% 이상이면 메탄올과 가솔린이 2相으로 分離되고, 0.24%이하에서는 分離되지 않음을 알 수 있다. 即 水分含有量을 0.24% 이내로 하여야만 한다.

10% 메탄올을 섞은 混合燃料에 물을 加한 後 相分離가 일어났을 때 上層 및 下層에 存在하는 가솔린, 메탄올 및 물을 重量比로 나타낸 定量分析結果는 上層에는 가솔린 90%와 메탄올 10%이고, 下層에는 가솔린 32%, 메탄올 48% 및 물 20%로 나타나 上層에는 多量의 가솔린과 메탄올이 存在하며 下層部에는 가솔린, 메탄올 및 물이 共存한다.<sup>12)</sup>

耐分離特性은 메탄올의 混合比率이 많을수록, 또 溫度가 높을수록 改善되나, 그 量은 크지 않다. 耐分離特性은 相分離 防止劑 테트라하이드로퓨란(Tetrahydrofuran, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O ; THF)을 添加시키므로써 어느 정도 改善될 수 있다.<sup>13)</sup>

### 2-4. 含水率의 影響

물은 그 自體가 노크防止性을 가지고 있고, 또 吸氣系에 噴射되었을 경우 그 주위로부터 氣化熱을 얻어 吸氣의 溫度를 低下시키는 일을 한다. 또한 1,000°C 이상으로 加熱된 固定炭素에 水蒸氣를 통하면 그 炭素의 觸媒로 一酸化炭素와 水素로 分解된다는 水性가스化反應에 의해서 適當한 水分이 있을 때는 燃燒狀態가 좋아진다.<sup>13,14)</sup>



물을 添加한 경우의 含水率을 變化시킨 澤則 弘外 2人의 實驗結果의 一例(點火進角  $\theta = 35^\circ C$  A, 吸氣管壁溫度  $t_w = 44^\circ C$ )를 들면 다음과 같다.<sup>15)</sup>

- ① 水分을 添加하면 出力은  $\lambda = 0.6 \sim 1.15$  範圍에서는 增加하나,  $\lambda > 1.15$ 의 範圍에서는 反대로 含水率이 높을수록 低下하며 可燃範圍도 좁아진다. ( $\lambda$ ; 空氣過剩率)
- ② CO濃度는  $\lambda > 1$ 의 範圍에서는 含水率에 關係없이 거의 일정하지만  $\lambda < 1$ 의 範圍에서는 含水率이 높을수록 약간씩 減少한다.
- ③ HC濃度는 全般的인 含水率에 比例하여 增

加하지만, 특히 希薄 및 過濃混合氣 領域에서는 含水率에 의한 HC 濃度は 顯著하게 增加한다.

- ④ NOx 濃度は 含水率이 높아지면 顯著히 減少하는데 이것은 물의 蒸發熱에 의한 混合氣溫度의 低下, 水添加에 의한 混合氣 熱容量增加 等에 기인한 燃燒溫度低下 等에 의한 것이다.
- ⑤ RCHO 濃度は 含水率이 높으면 增加한다. 이것도 燃燒溫度低下에 의한 것이다.
- ⑥ 含水率이 높을수록 平均燃燒最高壓力은 감소한다. 이것은 含水率이 높을수록 吸氣管內에서의 氣化가 나쁘며, 液狀으로 流入하여 汽缸 壁面에 附着한 燃料가 많기 때문인데, 그 일부는 汽缸 壁面上에서 氣化하며, 나머지는 壓縮行程中에 크랭크室에 블로우바이(blow-by)하기 때문에 汽缸內의 平均的 混合比가 變함과 同時에 混合比의 局所的 不均質이 助長되기 때문이다. 이 때문에 上死點後에서 燃燒壓力의 變動幅은 增加하게 된다.

### 3. 實驗裝置·使用燃料 및 實驗方法

#### 3.1. 實驗裝置

Fig. 4는 實驗用으로 製作한 吸氣多岐管의 構造를 나타낸다. 2mm 두께의 鋼板으로 外廓을 만들고 그 속에 30mm 直徑의 鋼管을 設置하였

다. 이 鋼管內를 排氣量中의 折半을 通過시키고 氣化器로부터 吸入되는 混合氣는 이 管周圍를 흐르며, 熱을 吸收한 다음 氣化되어 汽缸內로 吸入된다. 또 氣化器 에어호른(Air Horn)에 設置된 노즐로부터는 물이 噴射된다.

本 實驗에 使用된 機關은 水冷·4氣筒·頭上弁式 4行程 가솔린機關으로 其他 諸元은 Table 2 와 같다.

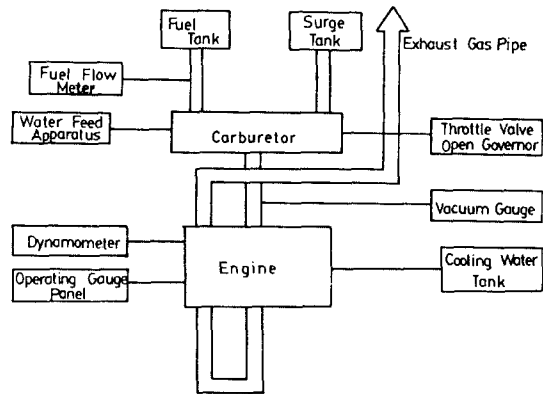


Fig. 3. Schematic Diagram of Experimental Apparatus

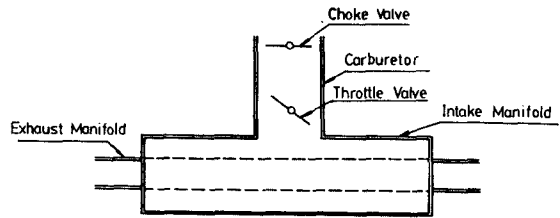


Fig. 4. Modified Intake Manifold.

Table 2. Engine Specifications.

Item	Specification
Model	RQ-T-GWE-85/100-D
Type	Water cooled, 4Cycle Gasoline engine
The No. of Cylinder, Bore×Stroke	4-83×66(mm)
Piston Displacement	1,428(cc)
Compression Ratio	9.0 to 1
Method of Starting	Cell motor
Power at Specific RPM	85PS/6,000RPM (Max.)
Combustion Chamber	Semi-spherical
Carburetor	Two barrel
Ignition Timing	4° BTDC
Valve timing	Intake open 8° BTDC
	Intake close 44° ABDC
	Exhaust open 50° BBDC
	Exhaust close 10° ATDC

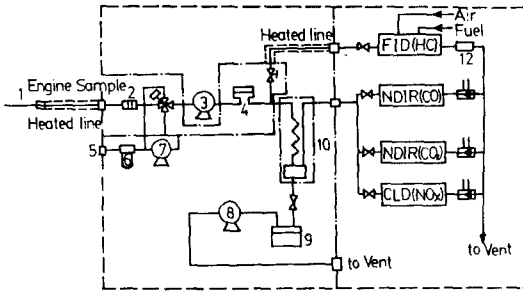
**Table 3. Specifications of Dynamometer.**

Item	Specification
Type	Electro Dynamometer
Form	Water cooled Eddy current electro dynamometer
Max. absorbing horse power	100 (PS)
Max. absorbing shaft speed	7,000 (r. p. m.)
Torque indicator	Pendulum type automatic balance
Tachometer	Electro-panel-indicator

出力測定에는 水冷渦電流式의 電氣動力計를 使用하였으며, 이것의 諸元은 Table 3과 같다.

燃料消費量의 測定에는 附設된 三連球式 測定 裝置(30, 50, 100cc)를 使用했고, 排氣測定에는 日本 YANACO EIFC-1083 排氣分析器를 使用 하여 直接 샘플링 方式을 取하였으며 그 方法은 Fig. 5에 表示한 바와 같다.

이 分析器에서 CO<sub>2</sub> 및 CO는 NDIR, HC는 FID, NO<sub>x</sub>는 CLD 方式으로 分析하였다.<sup>16)</sup>



- 1. Probe
- 2. Primary filter
- 3. Sampling pump
- 4. Secondary filter
- 5. Purge air inlet
- 6. Air filter
- 7. Reverse purge pump
- 8. Drain pump
- 9. Drain bottle
- 10. Humidity eliminator
- 11. Flow meter
- 12. Pressure transducer

**Fig. 5. Schematic Diagram of Vehicle Emission Gas Analyzer**

**3.2 使用燃料**

本 研究에 使用된 燃料은 市販되고 있는 普通 級의 가솔린, 工業用메탄올 및 純水인데, 混合 燃料인 경우는 體積百分率로 가솔린 90%와 메 탄올 10%의 가스홀에 混合燃料의 1%에 相當하 는 純水를 에어호른에 設置한 노즐을 通하여 噴 射했다.

여기서 메탄올의 純度는 99.0%이고 가솔린의 性狀은 Table 4와 같다.

**3.3 實驗方法 및 關聯理論計算式**

軸出力은 裝置變更을 加한 後에 드로틀 밸브 開度(throttle valve opening)를 1/4·1/2 및 3/4의 三段階로 設定하고 機關速度를 1,000 rpm으로부 터 500rpm씩 變化시켜서 4,000rpm까지 測定하 였으며 氣化器를 修正하지 않은 既存機關에 가 솔린 및 가스홀을 使用했을 境遇와 裝置變更을 加한 後 물-가스홀 混合物을 燃料로 使用하였 을 경우에 對하여 比較實驗했다. 이 때 點火時 期는 가솔린만을 使用했을 경우는 4° BTDC 이 고, 混合燃料을 使用할 경우는 가장 效率이 좋 은 것으로 알려진 12° BTDC이다.<sup>17)</sup>

燃料消費率은 軸出力 實驗時 經過時間當의 消 費量을 測定하여 算出하였다.

**Table 4. Properties of Gasoline.**

Property	Gasoline (Regular)
Gravity (g/cc)	0.732
Lower heating value (Kcal/Kg)	10,500
Research octane number	87(Min)
Corrosion test Cu strip (3hr, 50°C)	1(Max)
Lead Content TEL (g/gal)	3.15(Max)
Sulfur (wt%)	0.14(Max)

From the manufacturer's specification

排氣測定은 軸出力 實驗時에 並行하였으며, 單位實驗時間의 2/3가 經過한 後 나머지 1/3 單位時間 繼續 測定하였다.

機關動力計를 使用한 軸토크 및 出力測定은 다음과 같이 計算하였다.<sup>18)</sup>

$$T = W \times L \dots \dots \dots (1)$$

$$P = \frac{2\pi N W L}{75 \times 60} \dots \dots \dots (2)$$

여기에서,

- T; 軸 토크 (kg·m)
- W; 動力計의 荷重 (kg)
- L; 動力計의 팔길이 (m)
- P; 軸出力 (PS)
- N; 機關回轉速度 (rpm)

測定된 量을 標準狀態(大氣壓 760mmHg, 溫度 20°C, 濕度 65%)로 換算하기 위하여 다음과 같은 修正係數를 使用하였다.

$$K = \frac{749}{P_a - P_w} \sqrt{\frac{273 + \theta}{293}} \dots \dots \dots (3)$$

여기에서

- K; 軸出力과 軸토크를 標準狀態로 換算할 平均修正係數
- P<sub>a</sub>; 各 試驗에 있어 平均測定大氣壓 (mm Hg)
- P<sub>w</sub>; 各 試驗에 있어 大氣의 平均水蒸氣分壓 (mmHg) (=φP<sub>s</sub>)
- θ; 各 試驗에 있어 平均室溫 (°C)
- φ; 相對濕度
- P<sub>s</sub>; 飽和蒸氣壓 (mmHg)

따라서 標準狀態에서 토크 T<sub>0</sub> 및 出力 P<sub>0</sub>는

$$T_0 = KT$$

$$P_0 = KP \dots \dots \dots (4)$$

가 된다.

한편 燃料消費量 F 및 燃料消費率 f는

$$F = b/t \text{ (cm}^3/\text{hr)}$$

$$f = F \cdot r/p \text{ (g/PS hr)} \dots \dots \dots (5)$$

여기에서,

- b; 測定時間內的 燃料消費量 (cm<sup>3</sup>)
- t; 燃料消費量의 測定時間 (hr)
- p; 軸出力 (PS)
- r; 測定溫度에서의 燃料의 比重량 (g/cm<sup>3</sup>)

가 된다.

## 4. 實驗結果 및 考察

### 4.1 機關出力 및 토크

Fig. 6~11은 가솔린, 가스올 및 물-가솔린을 燃料로 使用하였을 境遇의 機關出力과 토크를 나타낸 것으로 드로틀 밸브開度가 1/2까지는 回轉速度 1,500rpm을 起點으로 以前에는 混合燃料을 使用하는 편이, 以後에는 가솔린만을 使用하는 편이 토크가 더 큰을 알 수 있다. 그러나 3/4의 開度일 境遇는 오히려 混合燃料을 使用하는 편이 토크가 더 增加함을 알 수 있다. 이것은 蒸溜曲線에서 初溜溫度와 10% 溜出溫度의 差가 가솔린 보다 작은 混合燃料가 起動性 및 着火性이 良好하기 때문이며 回轉速度가 增加할수록 低位發熱量이 낮은 混合燃料가 토크는 떨어진다. 또한 이 그림은 混合燃料가 全

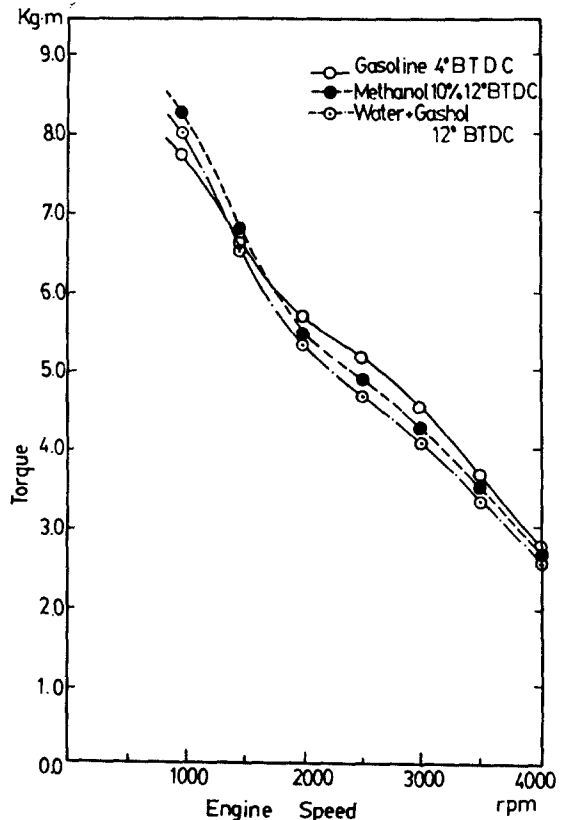


Fig. 6. Torque vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/4

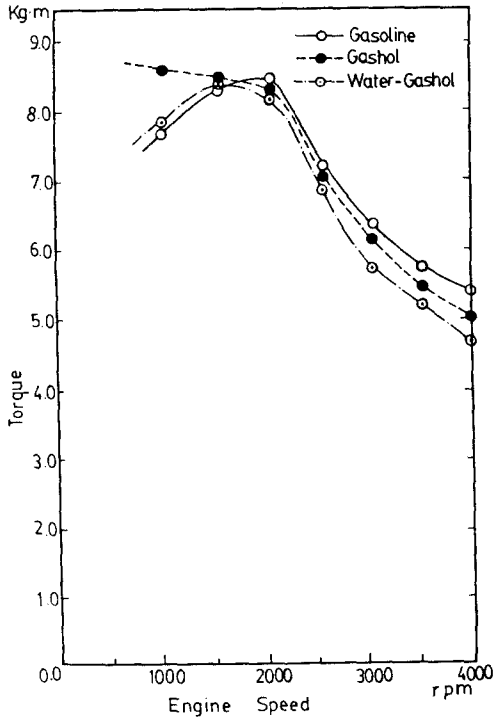


Fig. 7. Torque vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2

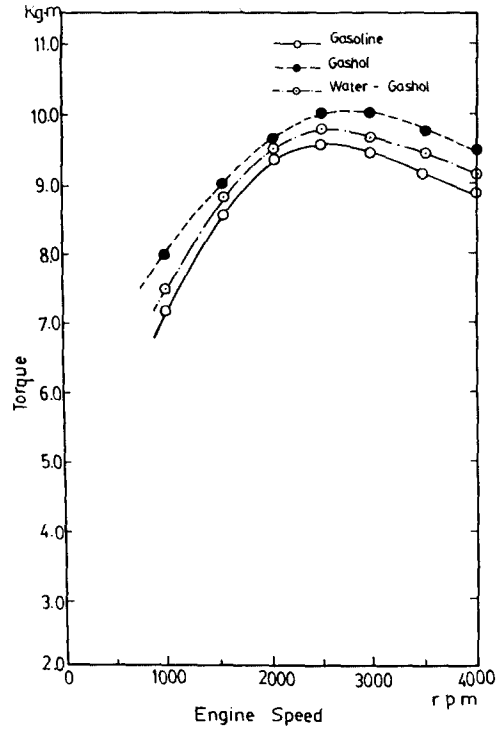


Fig. 8. Torque vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

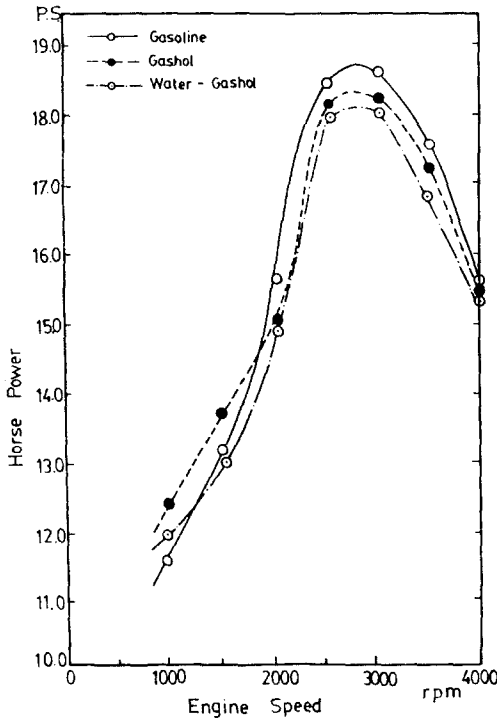


Fig. 9. Horse Power vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/4

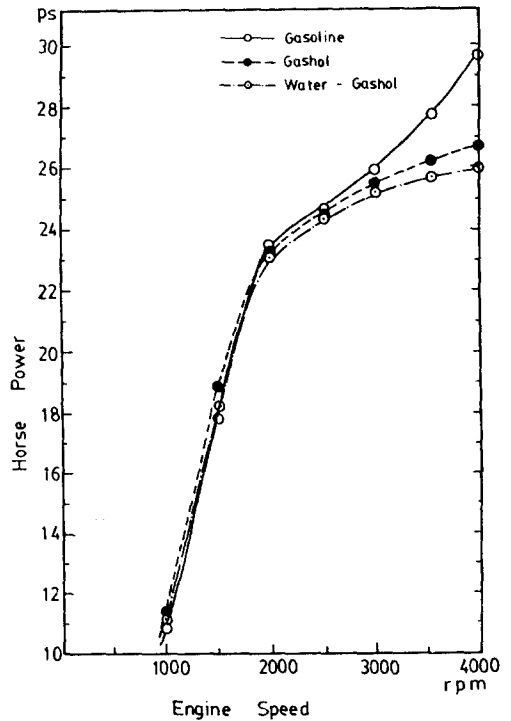


Fig. 10. Horse Power vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2



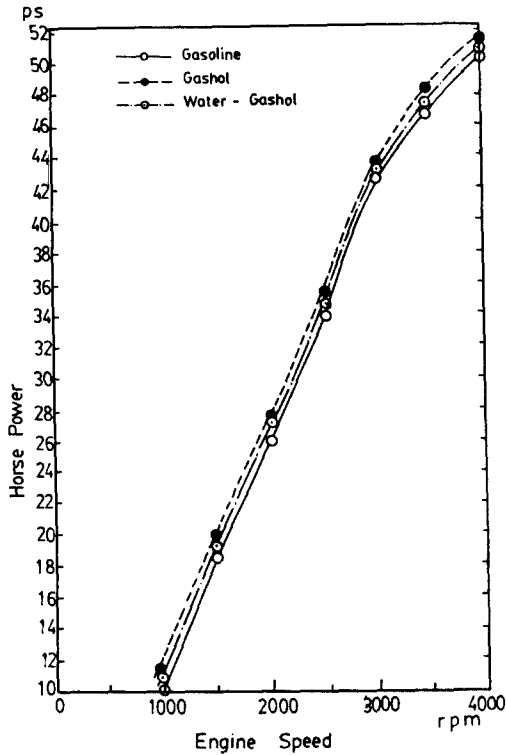


Fig. 11. Horse Power vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

開한 狀態의 運轉에서 有利함을 보여주고 있다. 機關出力을 볼 것 같으면 低回轉速度範圍에서는 混合燃料를 使用하는 편이 가솔린만을 使用할 때보다 오히려 增加함을 볼 수 있는데 이것은 토크와 出力은 比例하기 때문에 토크가 增加하는 要因과 같다. 또한 물을 添加하여도 出力이 別로 떨어지지 않음은 混合氣를 排氣로 加熱하여 氣化가 促進되기 때문이다. 그러나 回轉速度가 增加할수록 가솔린만 使用하였을 境遇의 出力이 增加함을 알 수 있고, 드로틀밸브를 全開하였을 境遇는 混合燃料의 出力이 더 增加함을 보여주고 있다.

4.2 燃料消費率

Fig. 12~14는 燃料消費率을 나타낸 것인데, 어느 境遇나 가솔린만을 使用할 때보다 減少하고 드로틀 밸브開度에 關係없이 低回轉速度範圍에서 相當한 減少를 보여주고 있다. 이것은 低回轉速度에서 起動性和 着火性이 混合燃料가 優

秀하기 때문인 것으로 알려졌다.<sup>19)</sup> 드로틀 밸브 開度 1/2일 때는 高回轉速度로 갈수록 燃料消費率이 비슷하게 接近하여 4,000 rpm에서는 오히려 가솔린만을 使用할 境遇가 減少됨을 보여주고 있다. 어느 境遇나 2,000~2,500 rpm 사이에서 最少值를 나타낸다. 그림에 따르면 가솔롤 및 물-가솔롤은 燃料消費率이 어느 境遇나 거의 비슷하고 또한 燃料消費率 曲線의 變化는 메탄을 或은 물의 添加與否에 關係없이 大體의으로 가솔린에 對한 典型的인 曲線과 비슷하다. 이것은 同一機關速度, 同一드로틀 밸브開度에서는 燃料消費率이 다른 要因에 依해서 決定됨을 알 수 있다. Wigg 等<sup>21)</sup> 및 Brinkman 等<sup>19)</sup>에 依하면 가솔린에 메탄을 添加한 燃料를 既存 가솔린機關에 使用할 때의 燃料消費率의 變化는 主로 가솔린에 메탄을 添加함으로써 생기는 空氣過剩率의 變化에 基因한다고 實驗에서 밝혔다.

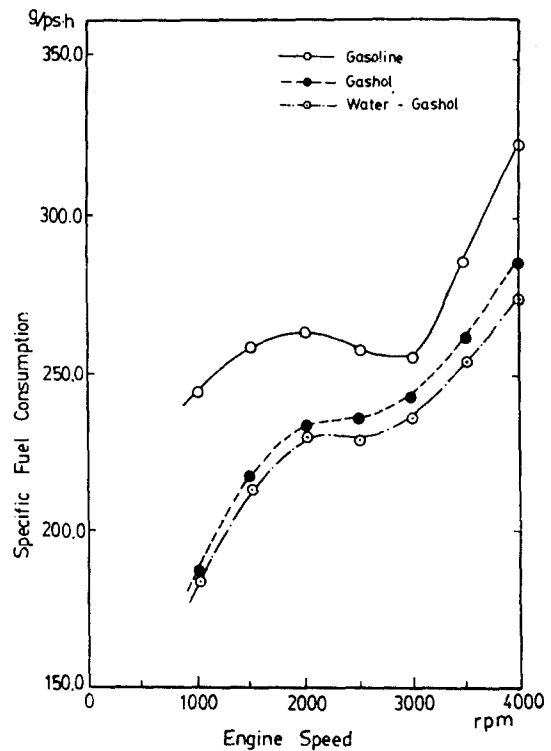


Fig. 12. Specific Fuel Consumption vs. Engine Speed at Opening 1/4

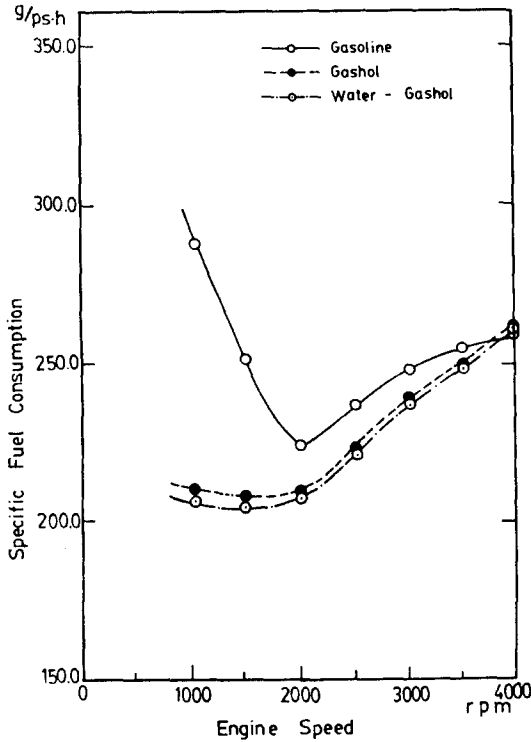


Fig. 13. Specific Fuel Consumption vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2

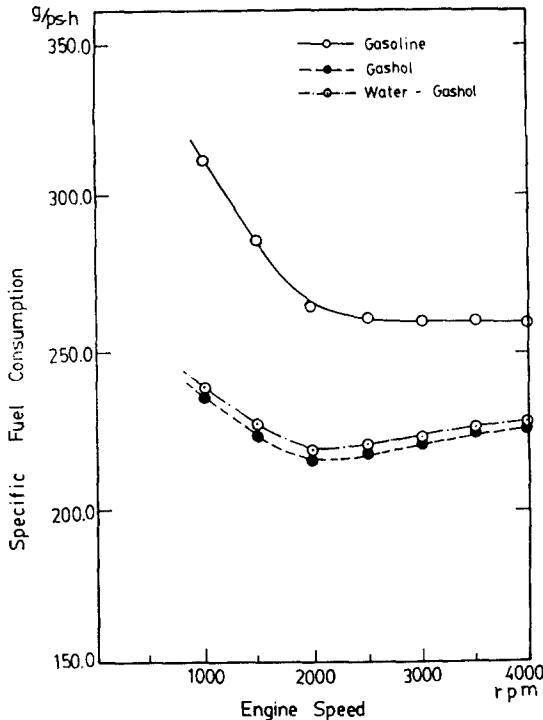


Fig. 14. Specific Fuel Consumption vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

### 4.3 排氣成分

#### 4.3.1 CO 發生量

Fig. 15~17은 回轉速度의 變化에 따른 CO 發生量을 보여주고 있다. CO 가스는 드로틀 밸브 開度 1/2까지는 가솔린만을 使用할 때보다 回轉速度가 2,000 rpm일 境遇까지는 顯著하게 減少하는데 이는 理論空燃比가 가솔린에 비해 1/2 以下이므로 希薄混合燃焼範圍가 넓기 때문이다. 特히 물을 添加할 境遇는 排氣로 吸氣를 加熱하기 到燃料의 氣化作用이 促進되어 低速回轉에서 燃焼狀態가 良好하기 때문이다. 그러나 드로틀 밸브 開度 1/4에서 回轉速度가 2,500 rpm을 넘어 서면 오히려 混合燃料의 CO 發生量이 增加함을 보여준다. 이는 回轉速度가 增加함에 따라 低位發熱量이 2倍인 가솔린이 燃焼效率이 좋아지기 때문이다. 開度 3/4에서는 가솔린의 境遇는 2,000 rpm에서, 混合燃料의 境遇는 3,000 rpm에서 最大發生量을 나타내고 있다.

여기에서 CO 發生量은 燃料消費量과 關係<sup>20)</sup>가 있기 때문에 밸브를 많이 열수록 CO 發生量이 많 음도 알 수 있다.

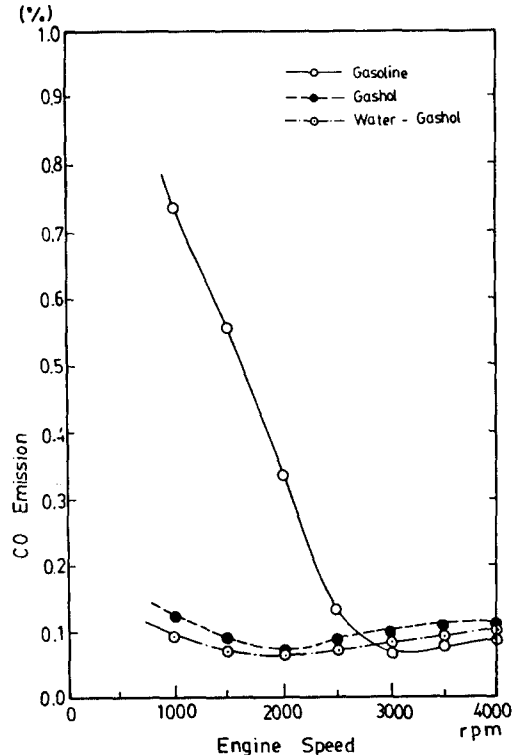


Fig. 15. CO Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/4

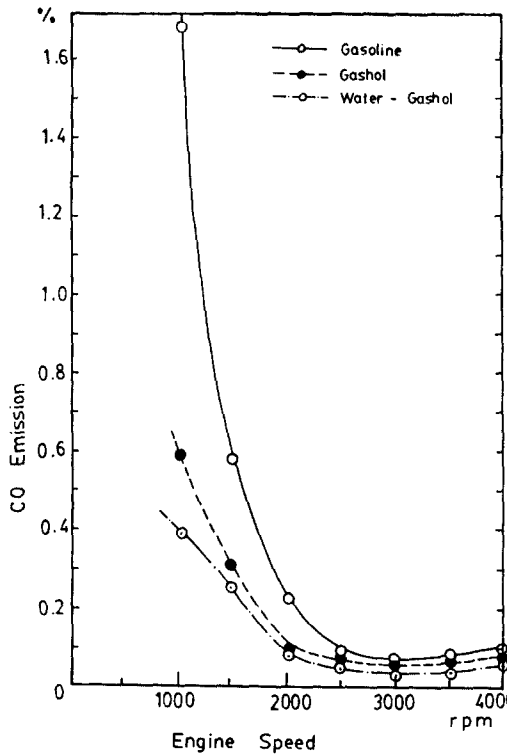


Fig. 16. CO Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2

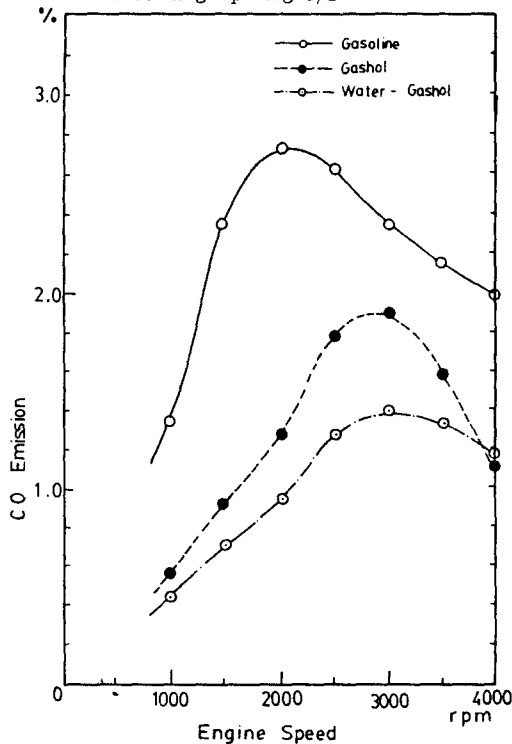


Fig. 17. CO Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

#### 4.3.2. HC 發生量

Fig. 18~20은 機關回轉速度의 變化에 따른 HC 發生量을 나타낸 것으로 어느 境遇나 가솔린만을 燃料로 使用할 때보다 減少한다. 特別히 低回轉速度區域에서는 顯著的 減少를 보여준다. 드로틀 벨브開度 1/2까지는 回轉速度가 增加할수록 HC 發生量은 減少한다. 그러나 3/4인 境遇에는 물-混合燃料에서는 回轉速度가 增加할수록 緩慢한 增加를 보여주고, 가스홀인 境遇는 3,000 rpm에서 最大值를 나타내고 그 後부터는 減少함을 보여준다.

HC의 發生은 空燃混合比와는 直接 關係가 없고 燃燒溫度가 낮거나 不完全着火에 依하기 때문에 回轉速度가 增加하면 發生量이 減少한다.<sup>21)</sup> 물 添加인 境遇는 吸氣를 加熱하기에 氣化가 促進되고, 混合燃料인 境遇는 메탄올의 特性에 따른 着火遲延時間이 길기 때문인 것으로 보여진다.

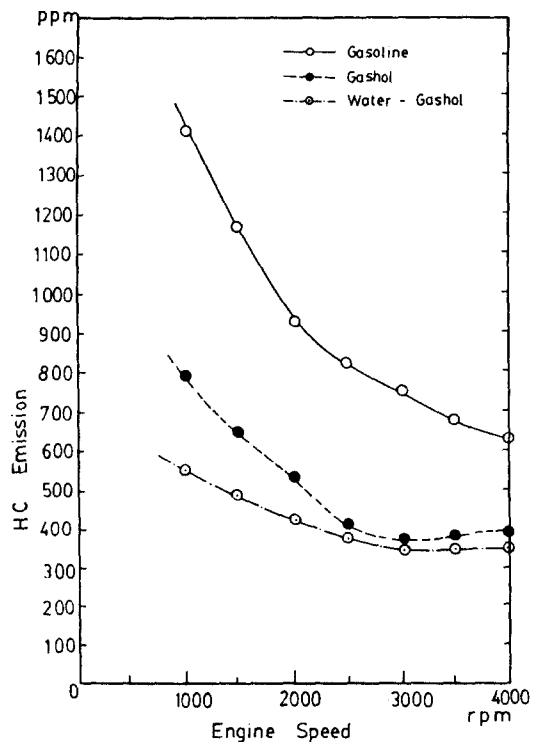


Fig. 18. HC Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/4

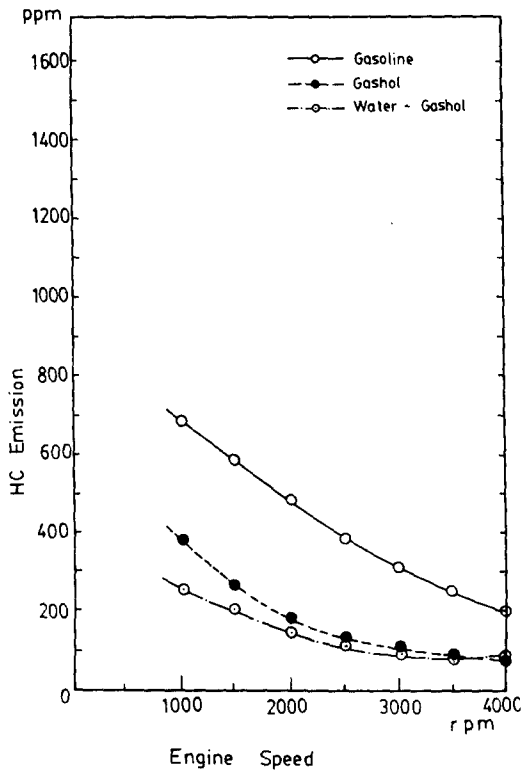


Fig. 19. HC Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2

#### 4.3.3. NO<sub>x</sub> 發生量

Fig. 21~23은 NO<sub>x</sub> 發生量을 나타낸 것으로 밸브開度 1/4인 境遇는 高速回轉에서 가솔린만을 使用할 때보다 減少가 顯著하고, 混合燃料은 2,000 rpm일 때 最少值를 나타내지만, 그 以上の 回轉速度에서는 조금씩 發生量이 增加한다. 밸브開度 1/2인 境遇는 混合燃料은 2,000 rpm에서 最大發生量을 나타내고 回轉速度가 增加할수록 減少함을 보여주고 있다. 밸브開度 3/4인 境遇는 曲線의 變化形狀이 모두 비슷한데 2,000 rpm에서 最少值를 나타내고 그 以上の 回轉速度에서 增加함을 보여준다.

또한 여기에서는 가솔린만을 燃料로 使用한 境遇가 더 減少함을 알 수 있다. 이것은 混合燃料이 全開한 狀態의 運轉에서 出力 및 토오크가 더 크기 때문에 燃燒狀態가 좋아져 發生量이 많다. 밸브開度에 關係없이 低回轉速度에서 가솔린만을 使用할 때와 別로 差異가 없는 것은 吸氣系를 加熱하여 燃燒狀態가 좋아지기 때문에

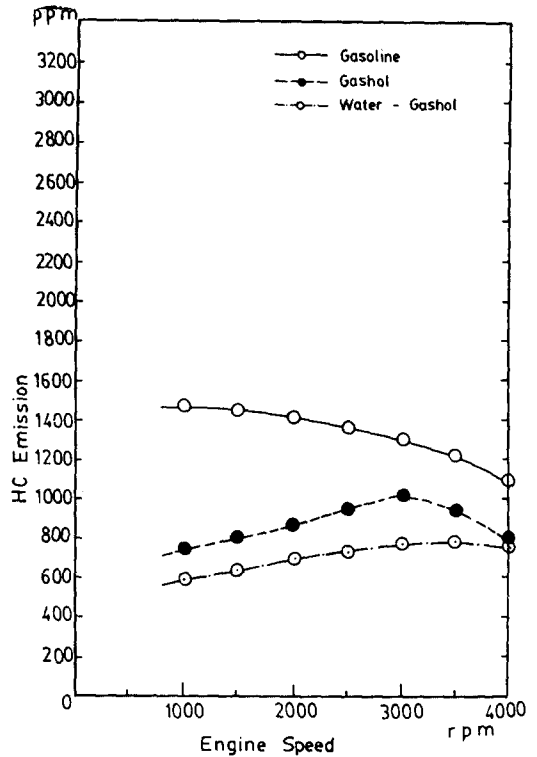


Fig. 20. HC Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

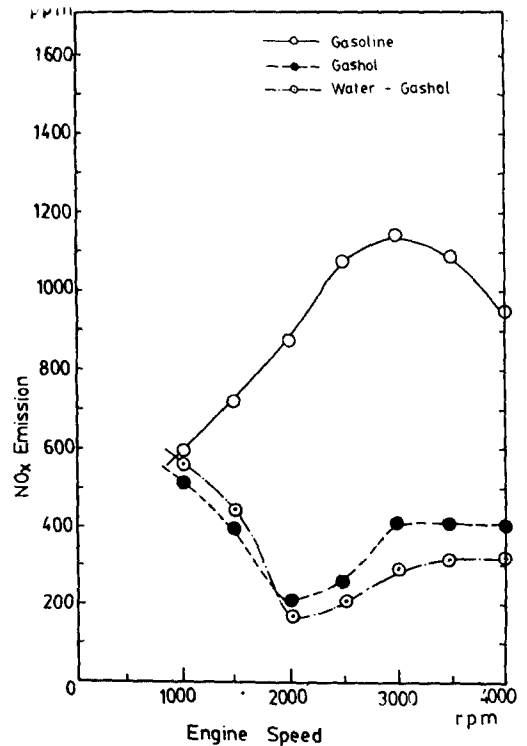


Fig. 21. NO<sub>x</sub> Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/4

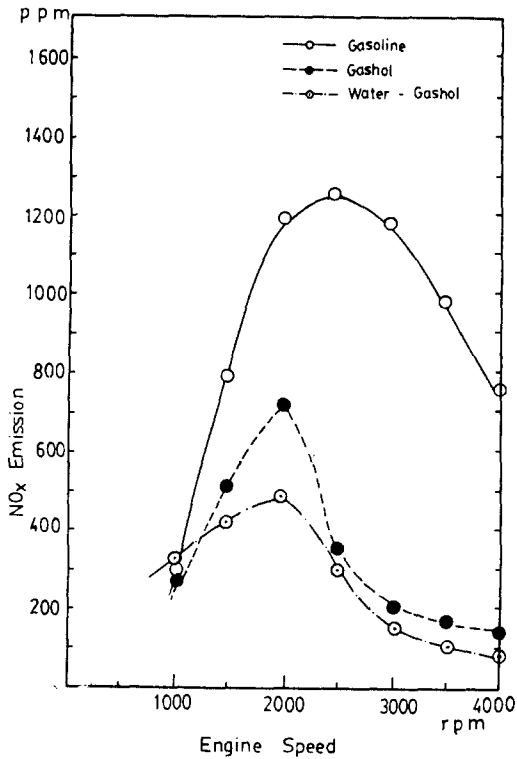


Fig. 22. NO<sub>x</sub> Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 1/2

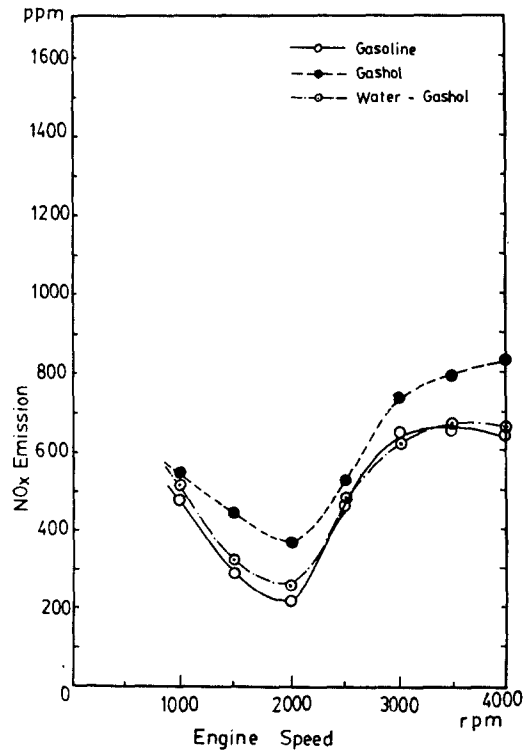


Fig. 23. NO<sub>x</sub> Emission vs. Engine Speed at Throttling Opening 3/4

混合燃料인 境遇 發生量이 많은 것으로 알려졌다. NO<sub>x</sub> 濃度는 물 添加時 顯著히 減少하는데 이것은 물의 蒸發熱에 依한 混合氣溫度의 低下 때문이다.<sup>22)</sup> 또한 메탄올의 特性인 蒸發潛熱이 높아 吸氣冷却效果를 가져오고, 또 着火遲延이 길어 點火時期가 늦어 가솔린을 燃料로 使用하는 境遇 NO<sub>x</sub> 發生量이 顯著히 減少된다. 高回轉速度에서 NO<sub>x</sub> 發生量이 增加함은 시린더內의 氣溫度가 높아지기 때문인 것으로 알려졌다. 排氣成分中에서 NO<sub>x</sub> 發生과 CO, HC 發生은 거의 相反의 現象을 나타내고 있다. NO<sub>x</sub> 發生은 完全燃燒에 가까울수록 增加하고, 反對로 CO, HC는 減少한다.<sup>19)</sup>

## 5. 結 論

以上 메탄올 및 水添加 燃料를 使用한 境遇의 機關性能, 燃料消費率 및 排氣成分에 對하여 實驗的으로 考察하고 既存 가솔린機關에 가솔린만을 使用한 境遇와 比較하여 다음과 같은 結論을

얻었다.

- 1) 물을 添加한 境遇 一部 排氣로 吸氣를 加熱하여 氣化를 促進시켜 燃燒狀態가 良好하기 때문에 機關出力과 토크에는 가솔린만을 使用했을 境遇와 큰 差異가 없다.
- 2) 燃料消費率은 가솔린만을 使用했을 境遇보다 減少한다. 特히 低回轉速度에서 減少량이 많은 것은 排氣의 加熱로 因한 吸氣溫度의 上昇으로 燃燒가 圓滑하기 때문이다.
- 3) 排氣成分發生量은 가솔린만을 使用할 때보다 顯著히 減少된다. 特히 低回轉速度에서는 CO, HC 減少량이 顯著하고, 高回轉速度에서는 NO<sub>x</sub> 發生量이 顯著히 減少한다.
- 4) 排氣成分中에서 NO<sub>x</sub>의 發生要因과 CO, HC 發生要因은 相反의이므로 適當한 運轉條件이 存在함을 알 수 있다.

## 參 考 文 獻

1. Eric E. Wigg and Robert S. Lunt ; "Methanol as a Gasoline Extender-Fuel Economy, Emissions, and High Temperature Driveability," SAE Paper #741008, pp.3131~3142, 1974.
2. R.G. Jackson ; "The Role of Methanol as a Clean Fuel" SAE Paper #740612, 1973. 10.
3. T.B. Reed and R.M. Lerner ; "Methanol : A Versatile Fuel for Immediate Use," Science 182, 1299, 1973.
4. J.C. Ingamells and R.H. Lindquist ; "Methanol as a Motor Fuel or a Gasoline Blending Component," SAE Paper #750123. pp 568~582, 1975.
5. G.D. Ebersole and F.S. Manning ; "Engine Performance and Exhaust Emissions : Methanol vs. Isooctane," SAE Paper # 720692, 1972.
6. "Dictionary of Organic Compounds," London Eyre and Spottiswoode Publishers LTD., Volume3, p.1361.
7. 前掲書(6), Volume 4, p.2099.
8. Gessner and Hawley ; "The Condensed Chemical Dictionary," 9th Ed., Van Nostrand Reinhold Company, p.351, p.558.
9. KS M 0008 ; "化學製品의 蒸溜 試驗方法," pp.1~10.
10. L.C. Lichty and B.J. Ziurys ; "Engine Performance With Gasoline and Alcohol," Ind. and Eng. Indus., Indus. Ed. Vol.28, pp.1094~1101, 1936.
11. 田大熙 ; 燃料과 燃燒의 管理," 韓國海洋大學 海事圖書出版部, pp.33~35, 1976. 3.
12. 中山滿茂, 外山哲, 村山恵司郎 ; "メタノル・ガソリン 混合燃料の相分離特性と相分離におけるエンジン性能の研究," 内燃機關合同シンポジウム講演論文集, pp.187~192, 1979.
13. 田中楠彌太 ; "燃料と燃燒," 昭晃堂, 1965.
14. 前掲書(11), p.98, p.129.
15. 堀 昭三, 澤 則弘, 海老澤重次 ; "氣化器付きメタノル機關の運轉特性," 内燃機關, Vol.15, No.175, pp.9~24, 1976. 2.
16. KS B 9121 ; "自動車 排氣가스中の 一酸化炭素・二酸化炭素 및 炭化水素濃度の 連續測定法," pp.1~12, 1977.
17. J. A. Harrington and R. M. Pilot ; "Combustion and Emission Characteristics of Methanol," SAE Paper #750420, pp.1109~1124, 1975.
18. KS B 9102 ; 自動車用 水冷 가솔린 機關性能 試驗方法," pp.3~5, 1980.
19. N. D. Brinkman, N. E. Gallopoulos and M. W. Jackson ; "Exhaust Emissions, Fuel Economy, and Driveability of Vehicles Fueled with Alcohol-Gasoline Blends," SAE Paper #7501-20, pp.541~567, 1975.
20. H. G. Aldeman, D. G. Andrews and R. S. Devoto ; "Exhaust Emissions from a Methanol-Fueled Automobile," SAE Paper #720693, 1972.
21. David L. Hagen ; "Methanol as a Fuel : A Review with Bibliography," SAE Paper #770792, pp.2764~2783, 1978.
22. 安藤 亨 ; "水射噴による排氣ガス特性," 自動車技術會, Vol.27, No.4, 1973.
23. David L. Hilden and Fred B. Parks ; "A Single-Cylinder Engine Study of Methanol Fuel-Emphasis on Organic Emissions," SAE Paper #760378, pp.1408~1422, 1975.
24. 村山 正, 宮本 登, 近久武美 ; "メタノルを使用する無煙, 低 NO<sub>x</sub> ディーゼル機關に関する研究," 日本機械學會論文集(B編) 47卷 417號, 1981. 5.
25. 熊谷清一郎, 酒井忠美 ; "内燃機關測定法," 養賢堂.
26. 盧相舜 ; "新稿内燃機關," 東明社, 1982.
27. 全孝重 ; "船用内燃機關講義," 韓國海洋大學 海事圖書出版部, 1976.