

<論 文>

메탄올 使用時의 電氣點火機關의 性能에 關한 研究

俞 炳 澈*

(1982年 3月 4日接受)

Performance of a Spark Ignition Engine Fueled with Methanol

Byong Chul Yoo

Abstract

Engine torque, specific fuel consumption and MBT spark advance of a domestic automotive engine fueled with methanol-gasoline blends or straight methanol were studied under steady state condition and compared to those obtained with gasoline.

The effects of adding methanol to gasoline on engine performance were studied with or without any carburetor modification. At first, the engine was operated without any modification. Next, the diameters of metering orifices in carburetor were modified to give the same excess air factor regardless of fuel type under each fixed engine operating condition. Finally, the diameters of metering orifices in carburetor were modified to give the same excess air factor for 15% mixture of methanol in gasoline by volume as for gasoline with standard metering orifices in carburetor.

The effects of adding methanol to gasoline on engine torque, specific energy consumption and MBT spark advance can be explained on the basis of change in stoichiometry caused by the addition of methanol to gasoline.

1. 序 論

石油資源의 有限性과 產油國의 石油 武器化에 따른 需給의 不均衡으로 인하여 石油系 燃料의 消費節約은 물론이고 石油에너지로부터의 脫却이 절실한 문제로 대두되고 있다. 이와같은 觀點에서 메탄올은 自動車用 石油系 燃料에 대한 代替燃料로서 가장 有望視되고 있는 燃料의 하나이다. 그것은 石炭, 天然가스, 오일 세일 등으로부터 合成이 가능하며, 常溫에서 液體이므로 取扱이 容易하고, 既存의 電氣點火機關을 크게 改造하지 않고도 사용할 수 있기 때문이다. 여기에 더하여 가솔

린 自動車의 排氣가스規制가 엄격해짐에 따라서 메탄올의 無公害性 여부에 대한 關心이 高調되어 메탄올 使用에 關한 研究가 활발하게 이루어지고 있다.^{1,2)} 그러나 얻어진 결과는 研究者에 따라서 반드시 일치하고 있지 않으며 아직도 많은 부분이 研究課題로 남아있다.

本 研究는 國產 自動車用 가솔린機關에 메탄올—가솔린 混合燃料 또는 純粹메탄올을 사용할 때 이것이 機關性能에 미치는 영향을 가솔린 使用時와 比較하면서 臺上實驗을 통하여 研究 檢討한 것이다.

本 研究는 가솔린, 가솔린—메탄올 混合燃料 또는 메탄올을 각각 燃料로 사용할 때, 機關에 아무 修正도 하지 않은 경우의 機關性能, 氣化器의 미터링 오리피스 지름을 修正 變更하여 各 燃料 使用時의 空氣過

* 正會員, 高麗大學校 工科大學

剩餘가 같아지도록 할 때의 여러 空氣過剩率에서의 機關性能 및 最大토크 點火前期에 대하여 研究하였다. 이 結果로부터 메탄을 使用에 따른 機關性能의 變化는 주로 메탄을 使用에 따른 空氣過剩率의 變化에 起因함을 확인하였다.

또한 메탄을 體積比로 15% 添加한 메탄올-가솔린 混合燃料를 使用하고, 원래의 氣化器에 가솔린을 使用하여 空氣過剩率이 1이 되는 條件下에서, 15% 메탄올-가솔린 混合燃料를 使用할 때에도 그 空氣過剩率이 동일하게 1이 되는 率로 氣化器의 미터링 오리피스를 修正 擴大하여 使用할 때는 機關性能이 원래의 氣化器에 가솔린을 使用하는 경우와 各種 運轉條件에서 아주 흡사함을 확인하였다.

2. 實驗裝置, 使用燃料 및 實驗方法

2.1. 實驗裝置

Fig. 1은 本 研究에 使用한 實驗裝置의 構成圖를 표시한다.

實驗에 使用한 機關은 國產 乘用車 포니용 가솔린機關이며 메이커에서 提示하는 機關諸元은 Table 1과 같다.

吸氣管壓力의 調整은 드로틀 밸브의 軸에 워엄 및 워엄 기어를 附着하고 그 끝에 손잡이를 달아 드로틀 밸브의 開度를 微細하게 調整하여서 하였다. 吸氣管壓力의 測定은 吸氣管에 구멍을 뚫어 이것을 一端이 大氣에 開放된 水銀마노미터에 연결하고 大氣와의 壓力差를 水銀柱의 높이로 표시하였다.

機關速度制御는 Eaton社製, 吸收動力 50 hp의 渦電流式 動力計를 使用하여서 하였으며, 또 이것을 使用하여 各 運轉條件에서의 機關토크를 측정하였다.

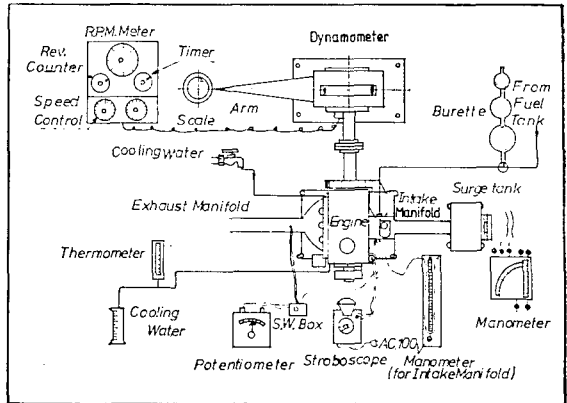


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus.

吸入空氣量은 서저지 탱크 入口에 圓形노즐을 부착하고 空氣가 吸入될 때의 노즐 前後의 壓力差를 水柱 마노미터로 측정하여 算出하였다.

에너지消費率은 부렛을 使用하여 燃料消費量을 體積으로 측정하는 방법으로 燃料消費率(g/PS·h)을 구하고 다시 이것을 에너지消費率(kcal/PS·h)로 換算하였다.

機關이 特定 運轉條件下에서 特定 燃料를 使用할 때 그 空氣過剩率이 희망하는 값이 되도록 하는 調整은 氣化器의 1次 및 2次의 미터링 오리피스 지름을 修正하는 方法에 의해서 하였다. 즉 미터링 오리피스의 지름을 원래의 것보다 증가 또는 감소시켜서 各種의 지름의 것을 多數 만들어 놓고, 시행착오법으로 바라는 空氣過剩率을 얻을 수 있는 치수의 것을 選定해서 使用하도록 하였다. 이 밖에 근소한 空氣過剩率의 調整을 위하여 低負荷에서 空運轉 混合比 調整用 파일릿

Table 1 Specification of research engine.

Item	Size or Type	Item	Size or Type
Engine Type	4 Cyl., In-Line, Water Cooled, Overhead Cam	Idling rpm	650~750 rpm
Cyl. Bore×Stroke	73 mm×74 mm	Spark Timing	BTDC 4°/700 rpm.
Displacement Volume	1258 cc	Carburetor	Stromberg, 2 Barrel, Double Venturi
Compression Ratio	9.0	Diameter of Venturi Throat	Primary 21 mm
			Secondary 27 mm
Max. Torque	10.8 kg·m/4,000 rpm	Diameter of Metering Orifice	Primary 0.925 mm
			Secondary 1.9 mm
Max. Power	80 PS/6300 rpm		

Table 2 Properties of test fuels.

Properties	Fuel	M-0	M-15	M-30	M-100
Density (g/cc)		0.734	0.742	0.750	0.786
Lower Heating Value(kcal/kg)		10300	9400	8600	4800
Stoichiometric Air/Fuel Ratio(kg/kg)		14.5 ³⁾	13.22	11.96	6.45 ⁴⁾
Lower Heating Value of Stoichiometric Mixture(kcal/kg)		664.5	661.0	663.6	644.3
Reid Vapor Pressure (kPa)		81.6*(max.)	—	—	34 ³⁾
Latent Heat of Evaporation (kcal/Kg)		71 ⁴⁾	—	—	263 ⁴⁾
Octane No., Research		86*(min.)	—	—	ca. 112 ³⁾

* : From manufacturer's specification.

3), 4) : From reference.

제트의 開度를 變경하는 方法을 補助的으로 使用한 경우도 있다.

2.2. 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, 體積比로 메탄올이 15% 및 30%인 메탄올-가솔린 混合燃料의 4 種이다. 앞으로는 편의상 이들 燃料를 각각 M-0, M-100, M-15 및 M-30 과 같이 메탄올을 표시하는 M 字에 燃料中의 메탄올의 體積百分率을 표시하는 數字를 붙여서 표시하기로 한다.

使用 燃料에 대한 物性値는 Table 2 와 같다.

2.3. 實驗方法

1. 既存 電氣點火機關에 대한 實驗 : 試驗機關에 아무 修正도 加하지 않고, 吸氣管壓力 -300mmHg, -200 mm Hg, -100mm Hg 및 드로를 밸브 全開(WOT 로 表記)의 각각의 경우에 대하여, M-0, M-15, M-30 의 3 種의 燃料를 使用하고, 각각 最大토크 點火時期(MBT 點火時期로 表記)에서 機關 回轉速度를 變화시킬 때의 機關토크, 에너지消費率, 空氣過剩率, 各 運轉條件에서의 MBT 點火時期를 측정 또는 算出하여 이들을 비교 검토하였다. 이때 M-100, 즉 純粹메탄올의 使用도 試圖하였으나 機關에 아무 修正도 加하지 않을 때는 M-100 에 대해서는 混合氣가 지나치게 稀薄해져서 始動이 不可能한 뿐 아니라 가솔린으로 始動한 다음에 燃料를 M-100 으로 變換하여도 運轉을 계속할 수 없었다.

2. 空氣過剩率 調整時의 實驗方法 : M-0, M-15, M-100의 3 種의 燃料를 使用하고, 吸氣管壓力

-200 mm Hg, -100 mm Hg 의 각각에 대하여, 機關 回轉速度를 2000 rpm 과 3000 rpm 의 2 種으로 고정하고, MBT 點火時期에서 空氣過剩率이 각각 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3이 되도록 氣化器의 미터링 오리피스의 지름을 每 運轉條件에 대하여 變경하였을 때의 機關토크, 에너지消費率, 各 運轉條件에서의 MBT 點火時期를 측정하여 이들을 비교 검토하였다.

3. M-15 使用에 適合하도록 氣化器를 修正한 機關에 대한 實驗方法 : 가솔린을 使用하도록 設計된 氣化器를 그대로 M-15 에 대해서 使用할 때는 空氣過剩率이 증가하고 그로 인하여 出力이나 기타 運轉性이 惡化될 可能性이 있다. 그러므로 M-15 를 使用할 때에도 원래의 氣化器에 가솔린을 使用할 때와 같은 空氣過剩率이 얻어지도록 하려는 생각에서, 원래의 氣化器에 가솔린을 使用할 때 空氣過剩率이 1 (理論空氣燃料比 14.5)이 된다고 하고, M-15 使用時에도 동일하게 空氣過剩率이 1 (理論空氣燃料比 13.22)이 되게 하는 미터링 오리피스의 지름을 구하였다. 즉, 원래의 氣化器에 M-0 을 使用할 때 空氣過剩率이 1 이 되게 하는 미터링 오리피스를 같은 運轉條件下에서 M-15 에 그대로 使用하면, M-0 과 M-15 사이의 근소한 密度의 差異를 무시할 때 空氣過剩率이 14.5/13.22=1.097 이 되어 約 10% 정도 稀薄해진다. 그러므로 M-15 를 使用할 때 燃料流量이 約 10% 증가하도록 미터링 오리피스의 지름을 修正 擴大하면 모든 運轉條件에서 M-0 을 원래의 氣化器에 使用할 때와 거의 같은 空氣過剩率이 얻어질 것이라는 생각에서 원래의 氣化器의 미터링 오리피스의 지름, 1 次側 0.925mm, 2 次側 1.9mm 를 M-15 用으로는 1 次側 0.97mm, 2 次側 2mm 로 修正擴大하여 實驗하였다. 이와같이 해서

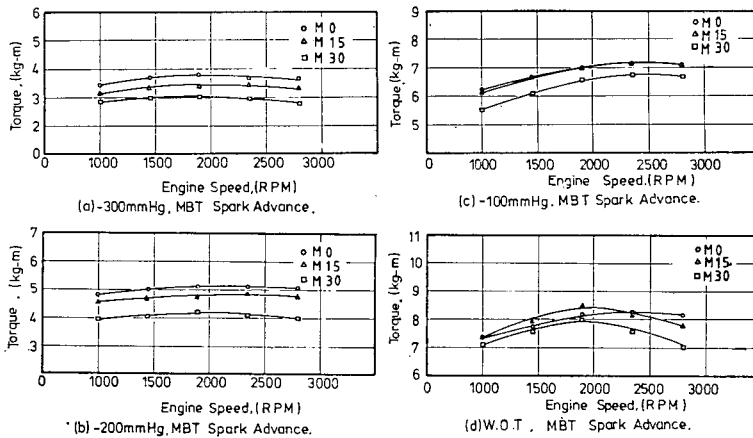


Fig. 2 The effect of methanol addition to gasoline on engine torque in the unmodified SI engine.

엔은 機關性能을 원래의 氣化器에 M-0을 사용할 때의 그것과 비교 검토하였다. 여기서 메탄올-가솔린 混合燃料로서 M-15를 선택한 이유는 이것이 相分離의 關係에서 대표적인 가솔린에 대하여 許容될 수 있는 최대의 메탄올濃度로 생각되고 있기 때문이다.⁵⁾

3. 實驗結果 및 考察

3.1. 既存 電氣點火機關에의 메탄올의 使用

1. 機關토크: Fig. 2는 M-0, M-15, M-30을 아무 修正도 加하지 않은 既存 電氣點火機關에 사용할 때의 機關回轉速度에 대한 機關토크의 變化를 各 吸氣管壓力에서 비교한 것이다. 機關토크는 機關速度가 一定하면 機關出力에 比較하는 量이며, 또 이것은 供給에너지에 熱效率을 곱한 것에 比較하는 量이다.

지금 가솔린과 메탄올의 低位發熱量을 각각 H_{u1} , H_{u2} 라고 하고, 또 理論空氣量을 각각 L_{o1} , L_{o2} 라고 하면 質量으로 1kg 중에 x kg의 메탄올을 添加한 메탄올-가솔린 混合燃料를 사용할 때의 吸入空氣 1kg當의 供給에너지 E 는 空氣過剩率을 λ 라고 할 때 다음 式으로 表示된다.

$$E = \frac{H_{u1} - x(H_{u1} - H_{u2})}{\lambda[L_{o1} - x(L_{o1} - L_{o2})]} = \frac{H_{u1}[1 - x(1 - H_{u2}/H_{u1})]}{\lambda L_{o1}[1 - x(1 - L_{o2}/L_{o1})]} \text{ kcal/kg air}$$

Table 2에 의하면

$$H_{u1} = 10300 \text{ kcal/kg}, H_{u2} = 4800 \text{ kcal/kg}$$

$$L_{o1} = 14.5 \text{ kg/kg}, L_{o2} = 6.45 \text{ kg/kg}$$

이므로

$$H_{u2}/H_{u1} = 4860/10300 = 0.466$$

$$L_{o2}/L_{o1} = 6.45/14.5 = 0.445$$

따라서

$$H_{u2}/H_{u1} = L_{o2}/L_{o1}$$

이라고 하면

$$E = \frac{H_{u1}}{\lambda L_{o1}} = \frac{10300}{\lambda(14.5)} = \frac{710.3}{\lambda} \text{ kcal/kg air}$$

즉, 가솔린, 메탄올-가솔린 混合燃料 및 메탄올에 대해서는 燃料의 종류에 關係없이 吸入空氣 1kg當의 供給에너지는 대략 空氣過剩率에 逆比例한다. 既存의 電氣點火機關에 아무 修正도 加하지 않고 上記의 各種 燃料를 사용할 때, 同一 吸氣管壓力과 回轉速度에서는 이들 使用燃料에 關係없이 吸入空氣量은 동일하나, 가솔린에 메탄올을 첨가함에 따라서 空氣過剩率 λ 는 증가하므로 供給에너지는 감소한다.

Fig. 2의 (a), (b)에서 보는 바와 같이 機關토크는 吸氣管壓力이 비교적 낮은 -300mmHg, -200mmHg에서는 同一運轉條件下에서 M-0이 가장 크고, M-15, M-30의 순으로 작아지고 있다. 이것은 메탄올을 가솔린에 첨가함에 따라서 供給에너지가 감소하는 데다가 다음 項의 Fig.3의 (a), (b)에서 보는 바와 같이 이들 運轉條件下에서는 메탄올을 가솔린에 첨가할 때 熱效率이 M-0 使用時에 비해서 같거나 또는 작아지기 때문이다(熱效率은 에너지消費率에 逆比例한다).

이에 대하여 Fig. 2의 (c), (d)에서 보는 바와 같이 吸氣管壓力이 높은 -100mmHg 및 WOT의 경우에는 특히 M-15에 있어서 機關토크가 M-0 使用時의 값에 접근하고 경우에 따라서는 더 커지기조차 한다. 이것은 M-15 使用時에 메탄올을 添加에 따른 供給에너지의 減少를 거의 相殺하거나 또는 相殺하고도 남은 정도로 熱效率이 좋아지기 때문이라고 생각된다. 실제로 Fig. 3의 (c), (d)에서 보는 바와 같이 同一條件下

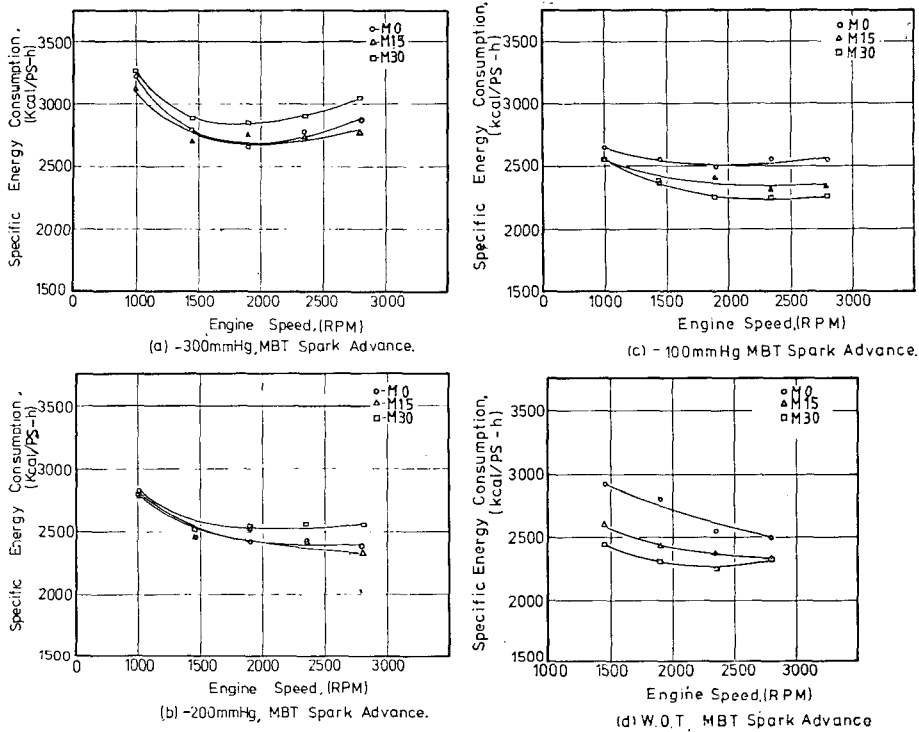


Fig. 3 The effect of methanol addition to gasoline on specific energy consumption in the unmodified SI engine.

에서 M-15, M-30을 사용하는 경우가 M-0 使用時에 비하여 에너지消費率이 작으며 이것은 熱效率이 크을 의미한다. M-30 使用時에도 熱效率의 증가에 의하여 같은 효과가 기대되나, 이 때는 메탄올 添加量이 많고 따라서 空氣過剩率이 증가가 커서 供給에너지의 減少가 크며, 이것을 熱效率의 증가에 의해서 相殺하지 못하기 때문에 이 吸氣管壓力에서도 M-0 使用時에 비하여 機關토크가 如前히 작은 것으로 생각된다.

2. 에너지消費率: Fig. 3은 M-0, M-15, M-30을 아무 修正도 加하지 않은 既存 電氣點火機關에 使用할 때의 機關 回轉速度에 대한 에너지消費率의 變化를 各 吸氣管壓力에서 比較 도시한 것이다. 에너지消費率은 -300mmHg, -200mmHg의 낮은 吸氣管壓力에서는 Fig. 3의 (a) (b)와 같이 M-0, M-15 使用의 경우 서로 아주 가까운 값을 나타내고 M-30 使用의 경우는 이들보다 큰, 즉 熱效率이 작은 값을 나타낸다. 그러나 -100mmHg와 WOT의 경우와 같이 높은 吸氣管壓力에서는 Fig. 3의 (c), (d)에서 보는 바와 같이 M-30을 使用할 때의 에너지消費率이 가장 작은 값을 나타내고, 즉 가장 熱效率이 크고, 이어서

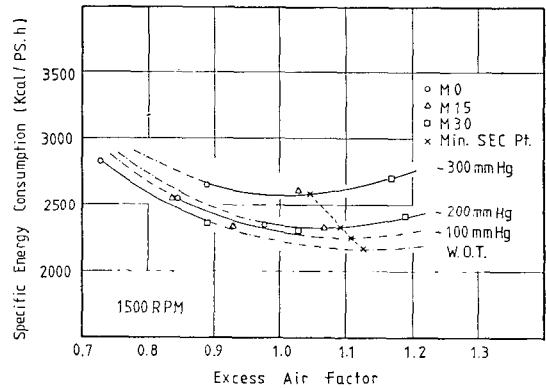


Fig. 4 The relation between SEC and excess air factor in the unmodified SI engine.

M-15, M-0의 순서로 에너지消費率이 커지고 있다. 이와 같이 에너지消費率이 메탄올 添加量과 運轉條件에 따라서 變化하는 것은 주로 空氣過剩率의 變化에 기인하는 것으로 생각된다. Fig. 4는 機關速度 1500 rpm의 경우의 에너지 消費率을 吸氣管壓力을 파라미터로 하고 空氣過剩率에 대해서 표시한 것이다. Fig. 4에 의하면 空氣過剩率에 대한 에너지消費率의 變化는 메탄올 添加與否에 관계없이 대체적으로 가솔린에 대한

典型的인 에너지消費率曲線과 흡사하다. 이것은 同一機關速度, 同一 吸氣管壓力에서는 에너지消費率이 메탄을 添加與否에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 결정됨을 의미한다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 에너지消費率이 最小로 되는 點은 가솔린 使用時와 마찬가지로 吸氣管壓力이 작아짐에 따라서 空氣過剩率이 작은 쪽, 즉 濃厚한 쪽으로 移動하면서 그 값이 커진다. 에너지消費率은 그 값이 最小로 되는 값으로부터 空氣過剩率이 증가하면, 감소하면 간에 증가한다. 同一 運轉條件에서 가솔린에 메탄을 첨가한 燃料를 사용할 때는 가솔린만을 사용하는 경우에 비하여 空氣過剩率이 증가하며 그 效果는 주어진 運轉條件에서 M-0, 즉 가솔린을 사용할 때의 空氣過剩率이 에너지消費率을 最小로 하는 값보다 큰 쪽에 있느냐 작은 쪽에 있느냐에 따라서 증가 또는 감소할 것이다. 예를 들어 吸氣管壓力이 -300mmHg, -200mmHg의 경우에는 各 回轉速度에서 M-0 使用의 경우가 대체적으로 에너지消費率이 最小로 되는 空氣過剩率(또는 그보다 약간 작은 값) 근처에 있고, M-15 使用의 경우가 이보다 약간 空氣過剩率이 큰 쪽에 있어서 M-0에 가까운 에너지消費率을 나타내며, M-30의 경우는 空氣過剩率이 보다 큰 값으로 되어 에너지消費率이 이들보다 큰 값을 나타낸다. 吸氣管壓力이 -100mmHg 및 WOT인 경우에는 各 回轉速度에서 M-0 使用時의 空氣過剩率이 에너지消費率을 最小로 하는 값보다 상당히 작은 값으로 되며, 따라서 M-15, M-30이 M-0보다 큰, 그러나 에너지消費率을 最小로 하는 값보다는 작은 空氣過剩率로 되어 에너지消費率이 M-0이 가

장 크고 M-15, M-30의 순으로 작아지고 있다. 즉 가솔린에 메탄을 添加한 燃料를 既存 電氣點火機關에 사용할 때의 에너지消費率의 변화는 주로 가솔린에 메탄을 添加함으로써 생기는 空氣過剩率의 변화에 기인한다. 이와 같은 경향은 Wigg 等⁵⁾과 Brinkman 等⁶⁾이 實車試驗에 의해서 얻은 결과와 일치한다.

前項에서 記述한 바와 같이 供給에너지는 燃料의 종류에 관계없이 近似的으로 空氣過剩率에 逆比例한다. 또 위에서 고찰한 바와 같이 同一機關速度 同一 吸氣管壓力에서는 에너지消費率, 따라서 熱效率은 燃料의 종류에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 결정된다. 그러므로 供給에너지와 熱效率의 相乘積에 비례하는 機關토크도 주로 空氣過剩率에 의해서 결정되며, 메탄을 使用이 機關토크에 미치는 영향도 주로 메탄을 使用에 의한 空氣過剩率의 변화에 起因한다고 할 수 있다.

3. MBT 點火時期: Fig. 5는 M-0, M-15, M-30의 各 燃料를 아무 修正도 加하지 않은 既存 電氣點火機關에 사용할 때의 MBT 點火時期의 변화를 機關回轉速度에 대하여 各 吸氣管壓力에서 표시한 것이다. 이에 의하면 機關速度의 변화에 대한 MBT 點火時期의 변화는 메탄을 添加 與否에 관계없이 모두 비슷한 경향을 나타내고 있으나, 一定 運轉條件에서의 MBT 點火時期는 모든 경우에 燃料中の 메탄올의 含量의 증가에 따라서 빨라지고 있다. 이것은 MBT 點火時期가 火炎速度가 빠를수록 늦어지며, 일반적으로 메탄올의 火炎速度는 가솔린보다 빠르므로^{7),8)}, 메탄을 添加에 의하여 MBT 點火時期가 늦어질 것이라는 豫想과는 相反되는 결과이다. 그러나 이 경우 메탄올의 含量이 작

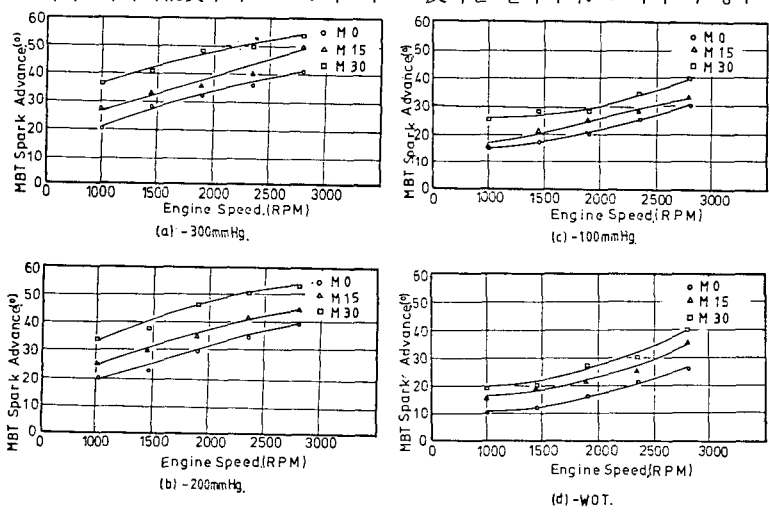


Fig. 5 The effect of methanol addition to gasoline on MBT spark advance in the unmodified SI engine.

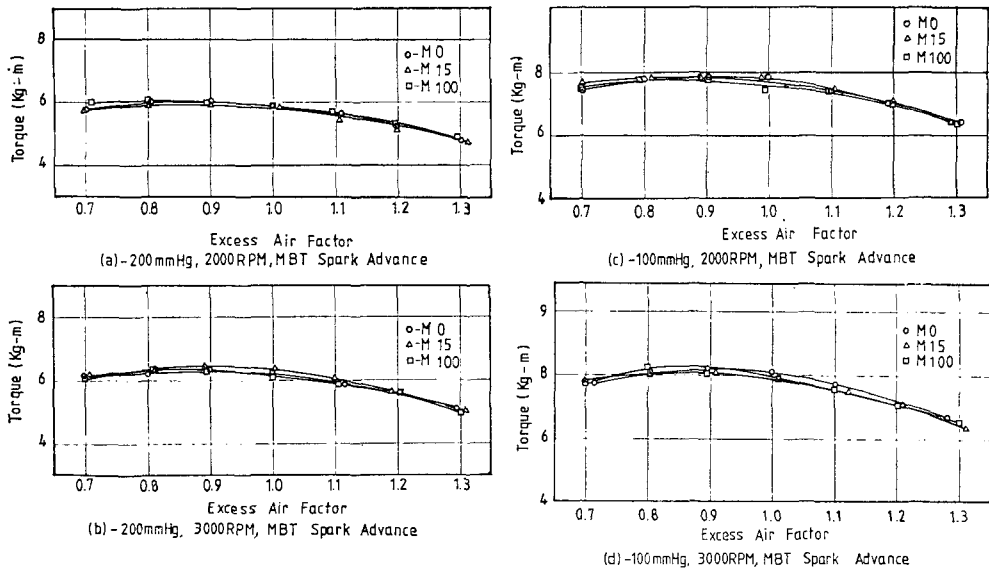


Fig. 6 The relation between engine torque and excess air factor.

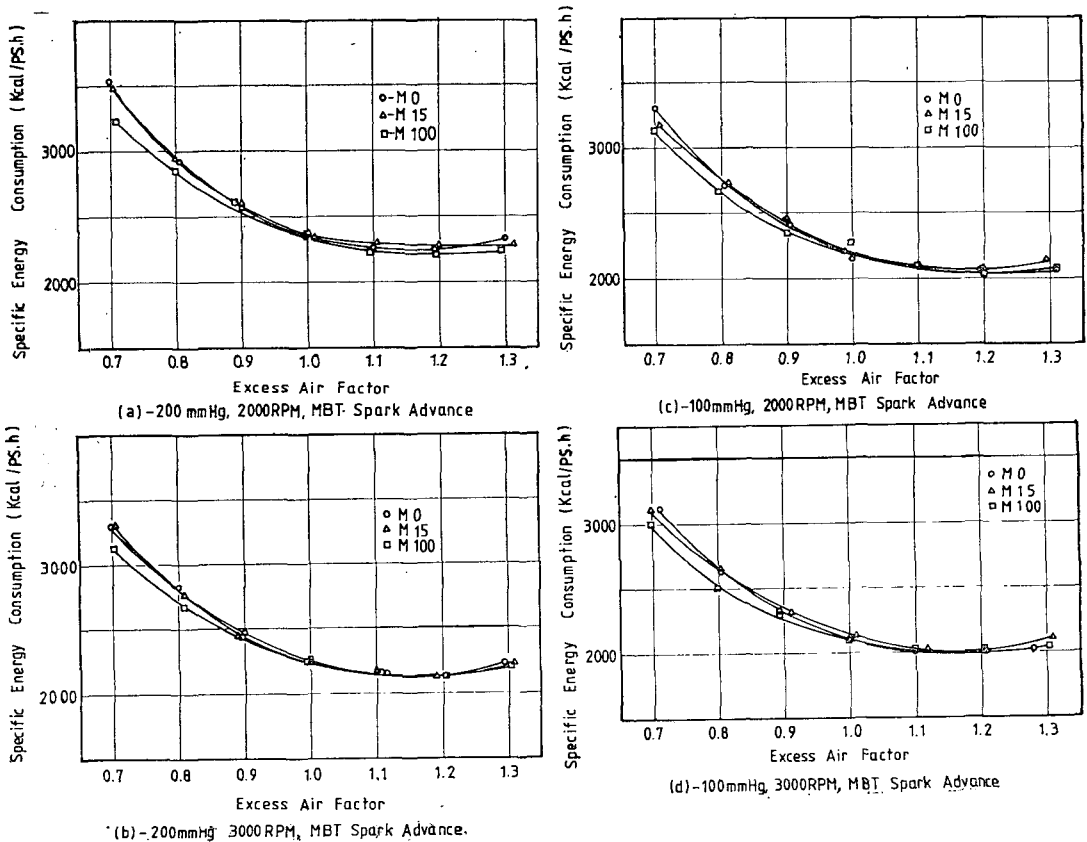


Fig. 7 The relation between specific energy consumption and excess air factor.

고, 또 火炎速度는 燃料의 組成이외에 空氣過剩率의 영향을 받는다는 것을 생각하면 위의 결과는 하등의 모순도 없다. 즉 火炎速度는 空氣過剩率이 0.8 근처의 값일 때 최대로 된다.^{8),9)} 그런데 實驗된 모든 吸氣管 壓力과 回轉速度의 범위에서 M-0 使用時의 空氣過剩率이 火炎速度가 최대로 되는 값에 가장 가까우며, 이어서 M-15, M-30의 순서로 되므로, 火炎速度도 이 순서로 작아지고, 體積으로 15%나 30% 정도의 메탄올의 添加로는 이 순서가 바뀌어지지 않기 때문에 MBT 點火時期가 이 순서로 커지는 것으로 생각된다.

3.2. 空氣過剩率 調整時의 메탄올 使用의 영향

1. 機關토포크: Fig. 6은 M-0, M-15, M-100의 3종의 燃料를 사용하여, -200mmHg, -100 mmHg의 各 吸氣管 壓力에서 機關速度를 각각 2000 rpm, 3000rpm으로 하고, 機關토포크의 變化를 空氣過剩率에 대해서 표시한 것이다. 이때 各 運轉條件에서 各 燃料를 사용하여 所定의 空氣過剩率을 얻는데는 2.1.에 記述한 바와 같은 방법으로 그때마다 氣化器의 미터링오리피스의 지름을 변경하였다.

Fig. 6에 의하면 實驗된 모든 경우에 대하여 空氣過剩率이 같으면 上記한 使用燃料의 종류에 관계없이 機關토포크(따라서 出力)도 거의 같아짐을 알 수 있다. 前述한 바와 같이 機關토포크는 供給에너지와 熱效率

의 相乘積에 比例하며, 다시 이 供給에너지나 熱效率은 上記한 燃料의 종류에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 결정된다. 따라서 Fig. 6에서 보는 바와 같이 同一機關速度, 同一吸氣管 壓力에서 空氣過剩率이 같으면 機關토포크가 거의 같아진다.

2. 에너지消費率: Fig. 7은 Fig. 6과 同一한 경우에 대하여 空氣過剩率과 에너지消費率의 관계를 표시한 것이다. 이에 의하면 實驗된 모든 條件에서 空氣過剩率에 대한 에너지消費率曲線이 M-0, M-15, M-100의 各 燃料 使用時에 거의 一致하고 있다. 이것은 前述한 바와 같이 에너지消費率이 上記한 使用燃料의 종류에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 결정되기 때문이다.

3. MBT 點火時期: Fig. 8은 Fig. 6과 같은 條件下에서 空氣過剩率에 대한 MBT 點火時期의 變化를 표시한다. 이에 의하면 機關速度가 비교적 낮은 2000 rpm의 경우에는 空氣過剩率이 1.2, 1.3의 경우를 제외하고서는 메탄올 使用 여부에 관계없이 兩 吸氣管 壓力에서 MBT 點火時期가 거의 一致하고 있다. 이와 같은 機關速度에서는 대부분의 空氣過剩率에서 使用燃料에 따른 火炎速度의 差異가 MBT 點火時期에 영향을 줄 정도로 크지 않기 때문이라고 생각된다. 다만 空氣過剩率이 1.2, 1.3인 稀薄한 混合氣의 경우에는 M-0, M-15 使用時의 火炎速度가 M-100 使用時에 비하여

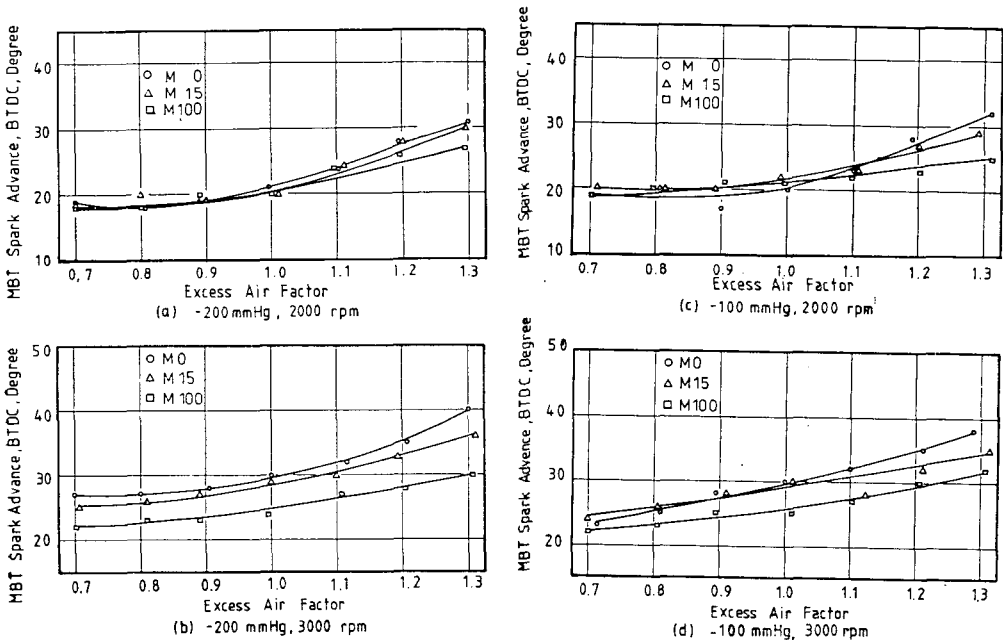


Fig. 8 The relation between MBT spark advance and excess air factor.

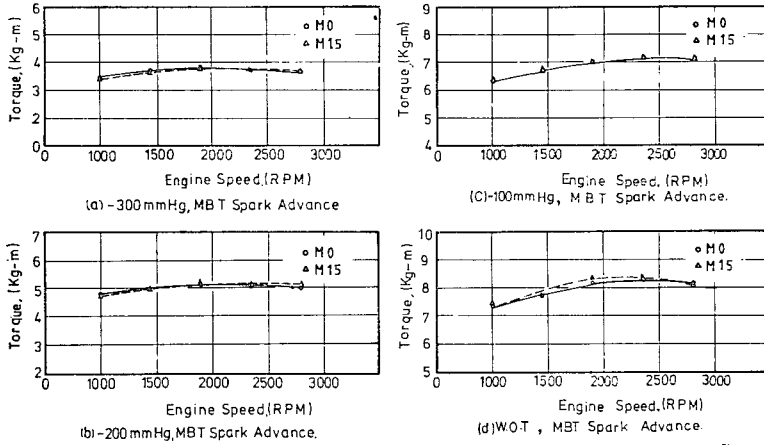


Fig. 9 The effect of methanol addition to gasoline on engine torque in the modified SI engine.

뚜렷하게 작아지기⁸⁾ 때문에 兩者 사이에 MBT 點火時期가 약간의 差異를 나타내는 것으로 생각된다.

機關速度가 3000rpm 인 경우에는 兩 吸氣管壓力에서 M-0, M-15 와 M-100 使用時 사이에 뚜렷한 差異를 나타내며 M-100 使用時의 MBT 點火時期가 가장 늦게 나타나고 있다. 이것은 M-100 使用에 따른 火炎速度의 증가에 의하여 火炎傳播時間이 短縮된 效果가 機關速度의 증가에 의해서 擴大되기 때문이라고 생각된다.

3.3. 修正된 氣化器를 使用할 때의 메탄올 使用의 영향

Fig. 9 는 2.3.의 3.에 記述한 바와 같이 M-15 使用에 適合하도록 氣化器의 미터링 오리피스를 修正하고 이것에 M-15 를 使用할 때의 機關速度에 대한 機關토크의 變化를, M-0 을 원래의 氣化器에 使用한 경우의 그것과 함께 나타낸 것이다. 이때의 空氣過剩率의 分布는 Fig. 10 과 같으며 兩者의 空氣過剩率이 상당히 接近하고 있음을 알 수 있다. 따라서 兩者의

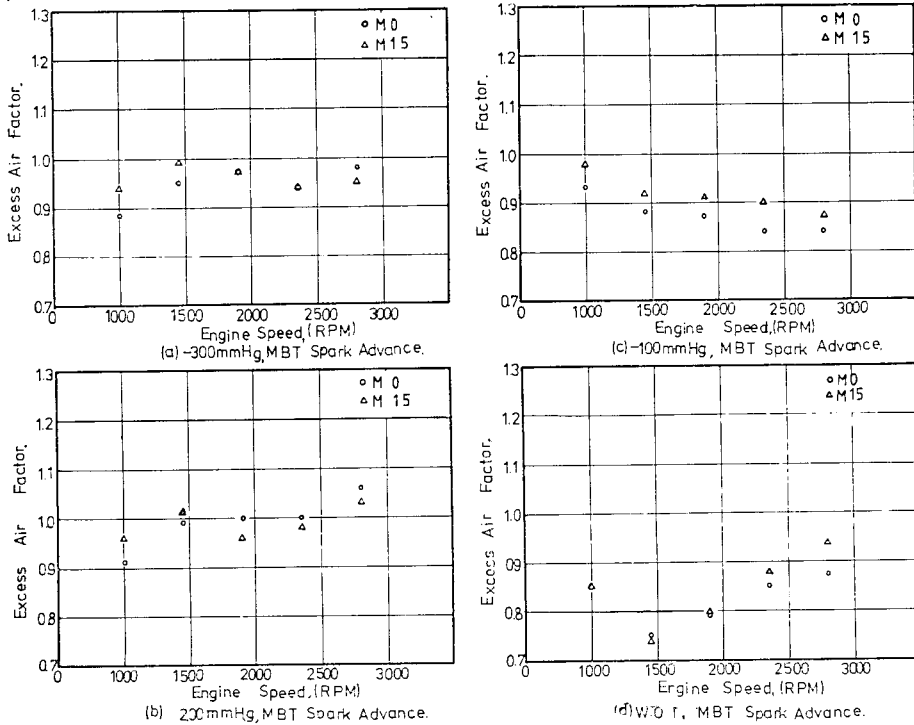


Fig. 10 Excess air factor in the modified SI engine.

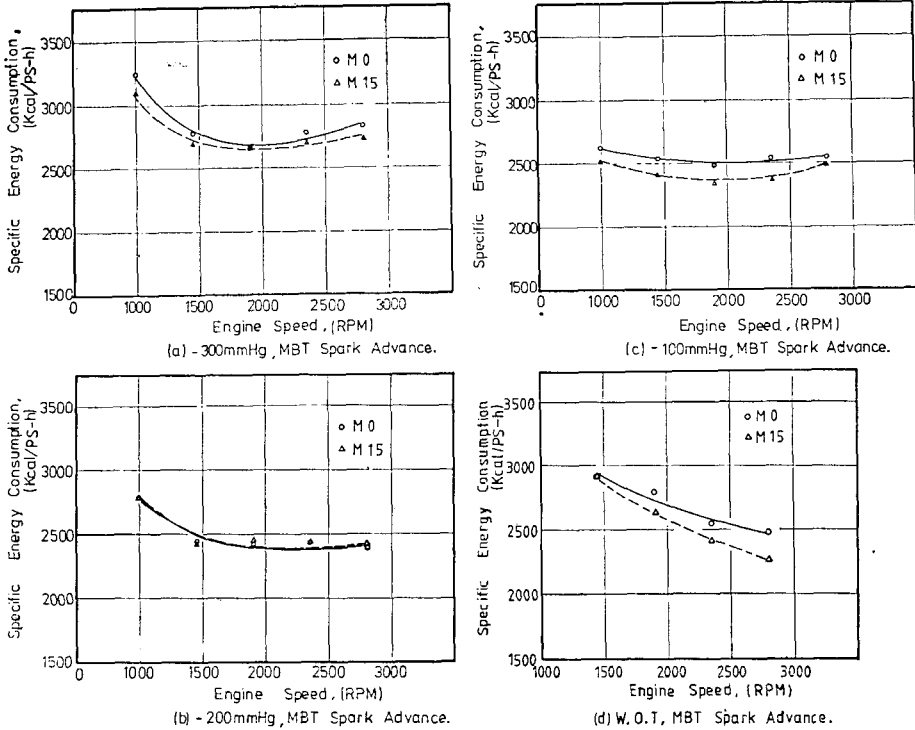


Fig. 11 The effect of methanol addition to gasoline on specific energy consumption in the modified SI engine.

경우의 供給에너지나 熱効率が 비슷하고 그로 因하여 機關토포크가 Fig. 9 와 같이 M-0 使用時와 M-15 使用時에 거의 같아지는 것으로 생각된다. Fig. 11 은 이때의 에너지消費率曲線을 표시하며 M-15 를 修正된 氣化器에 使用하는 경우가 M-0 을 원래의 氣化器에 使用하는 경우에 비해서 에너지消費率이 같거나 약간 작아지는 경향을 나타내고 있다. 이것도 역시 주로 空氣過剩率의 영향이라고 생각된다. Fig. 12 는 이 경우의 MBT 點火時期를 비교한 것이다. -300mmHg, -200mmHg 의 비교적 낮은 吸氣管壓力에서는 MBT 點火時期는 M-0 使用時와 M-15 使用時의 兩者에 있어서 비교적 잘 일치하고 있다. -100mmHg, WOT 의 경우에는 兩者에 있어서 MBT 點火時期가 最大 5° 정도의 차이를 나타내면서 M-15 를 修正된 氣化器에 使用하는 경우가 MBT 點火時期가 빨라지고 있으며 그 이유는 분명하지 않다.

以上을 要約하면 가솔린에 메탄올을 體積百分率로 15% 添加한 가솔린-메탄올 混合燃料을 使用하는 경우에, 가솔린을 원래의 氣化器에 使用할 때와 거의 같은 空氣過剩率이 얻어지도록 氣化器의 미터링 오리피스의 지름을 擴大 修正하면 적어도 定常運轉條件에서는 가솔린을 원래의 氣化器에 使用할 때와 거의 같은

性能이 얻어진다고 할 수 있다. 다만 實車運轉의 경우의 運轉性이나 가솔린-메탄올 混合燃料의 相分離問題 등에 관해서는 더욱 研究가 필요할 것이다. 本研究 遂行中 室內溫度 最低 3°C 정도에서도 M-15 使用에 의한 相分離나 始動의 어려움 등이 없었다.

4. 結 論

以上과 같은 實驗結果와 考察에 의하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 가솔린, 메탄올-가솔린 混合燃料 또는 메탄올을 使用할 때의 에너지消費率은 同一機關速度 同一 吸氣管壓力에서는 燃料의 종류에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 정해진다.

또 이들 燃料에 대해서는 吸入空氣 1kg 當의 供給에너지가 燃料의 종류에 관계없이 근사적으로 空氣過剩率에 逆比例하며, 따라서 單位時間當의 供給에너지도 同一機關速度, 同一 吸氣管壓力에서는 이들 燃料의 종류에 관계없이 주로 空氣過剩率에 의해서 정해진다.

그러므로 單位時間當의 供給에너지와 熱効率의 相乘積에 비례하는 機關토포크도 同一機關速度, 同

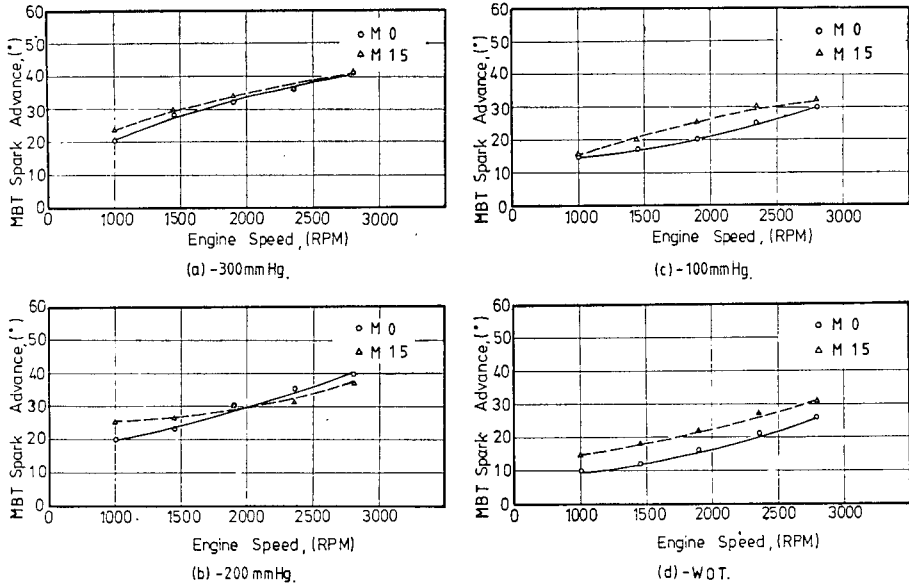


Fig. 12 The effect of methanol addition to gasoline on MBT spark advance in the modified SI engine.

一 吸氣管壓力에서는 이들 燃料의 종류에 關係없이 주로 空氣過剩率에 依해서 定해진다.

2. 既存의 電氣點火機關에 아무 修正도 加하지 않고 메탄올-가솔린 混合燃料을 使用할 때는 加솔린을 使用할 때에 比하여, 低負荷에서는 메탄올 添加量이 클수록 機關토크는 작아지고 에너지消費率은 커지나, 高負荷에서는 機關토크는 가솔린 使用時에 접근하고 에너지消費率은 오히려 작아진다. 이와같은 變化는 加솔린에 메탄올을 첨가함으로써 生기는 空氣過剩率의 變化에 起因한다.
3. 相分離의 觀點에서 最大의 濃度로 생각되는, 메탄올이 體積百分率로 15%인 메탄올-가솔린 混合燃料을 使用하고, 空氣過剩率이 대체적으로 加솔린을 원래의 氣化器에 使用할 때와 유사하도록 氣化器 미터링 오리피스의 지름을 修正하여 試驗한 結果 各 運轉條件에서 加솔린을 원래의 氣化器에 使用할 때와 흡사한 機關性能을 얻었다. 즉, 메탄올이 體積百分率로 10~15%인 實用的인 混合比의 메탄올-가솔린 混合燃料은 氣化器를 약간 修正함으로써 적어도 定常運轉條件下에서는 加솔린 使用時와 흡사한 機關性能을 발생시킬 수 있다.
4. 既存의 電氣點火機關에 아무 修正도 加하지 않고 加솔린, 메탄올-가솔린 混合燃料의 각각을 使用할 때의 MBT 點火時期는 메탄올 添加量의 증가에 따라서 빨라진다. 이것은 메탄올 添加에 따른 空氣過剩率의 증가에 의하여 火炎速度가 감소하는 것에

기인하는 것으로 생각된다.

同一 吸氣管壓力, 同一 機關速度에서 가솔린, 메탄올-가솔린 混合燃料 및 메탄올을 使用하고 空氣過剩率이 同一하게 되도록 調整할 때는, 低速에서는 이들 燃料의 종류에 關係없이 MBT 點火時期가 거의 비슷하나 高速에서는 메탄올 使用時가 他에 比하여 多少 늦어진다. 이것은 메탄올 使用에 따른 火炎速度의 증가에 의하여 火炎傳播時間이 短縮된 效果가 機關速度의 증가에 의해서 擴大되기 때문이라고 생각된다.

後 記

本 研究는 韓國科學財團의 研究費 支援에 依하여 遂行되었음을 밝히고 이에 깊은 謝意를 표한다.

또한 本 研究에 協力한 高大 機械工學科 大學院生 魯仁洙, 許在成, 柳榮珍 諸君과 同科 李二柱技士에게 感謝한다.

參 考 文 獻

- 1) H.G. Adelman, D.G. Andrews, and R.S. Devito, "Exhaust Emissions from a Methanol-Fueled Automobile." SAE Paper 720693, 1972.
- 2) W.J. Most and J.P. Longwell, "Single Cylinder Engine Evaluation of Methanol-Improved Ener-

- gy Economy and Reduced NO_x" SAE Paper 750119, 1975.
- 3) J.C. Ingamells and R.H. Lindquist, "Methanol as a Motor Fuel or a Gasoline Blending Component." SAE Paper 750123, 1975.
 - 4) 金 榮吉, "自動車用 アルコール燃料の 利用技術." 日本燃料協會誌, Vol. 59 NO. 635, 1980.
 - 5) Eric E. Wigg and Robert S. Lunt, "Methanol as a Gasoline Extender—Fuel Economy, Emissions, and High Temperature Driveability." SAE Paper 741008, 1974.
 - 6) 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 750120, 1975.
 - 7) T.B. Reed, R.M. Lerner, E.D. Hinkley and R.E. Fahey, "Improved Performance of Internal Combustion Engines Using 5–30% Methanol in Gasoline." Paper 749104, Presented at the Ninth Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, San Francisco, California, August 1974.
 - 8) Edward F. Obert, "Internal Combustion Engines." p. 99, p. 512, International Textbook Company, Scranton, Pennsylvania, 1968.
 - 9) 長尾不二夫, "内燃機關講義 上卷." pp. 190~191, 養賢堂, 東京, 1956.