

# 代替燃料로서 가솔린 - 메타놀 혼합燃料에 의한 가솔린機關性能과 排出汚染物에 關한 研究

A Study on Engine Performances and Exhaust Emissions Using Gasoline-Methanol  
as an Alternative Fuel

金 熙 喆\* · 龍 淇 重\*  
(Kim Hi Chul, Yong Gee Joong)

## Abstract

The purpose of this paper is to study the possibility of practical use of gasoline-methanol mixed fuel as an alternative fuel of gasoline engines in the light of engine performances and harmful exhaust emissions as well as mixings and separations of the mixed fuels.

When the methanol of 99.8% purity is mixed with super or regular gasoline available on the market today, the experimental results obtained without modifying carburetor in this study are as follows;

1. The separation ratio depends upon the gasoline-methanol mixing ratio only, regardless of fuel temperature and fuel additives for preventing separation of phase.
2. The critical absorption ratio is affected by the gasoline-methanol mixing ratio, its temperature and the quantity of fuel additives.
3. Concerning the distillation temperature, the initial point of all sorts of fuels is almost same, but 10% point and 35-60% point of mixed fuels are lower than those of gasoline only.
4. In case of throttle valve opening set, engine output using the mixed fuels is decreased compared to gasoline, but thermal efficiency is increased as a consequence of decreasing specific energy consumption.
5. In case of fixed load test, thermal efficiency is increased at low engine speed even under low part-load as well as under comparatively high part-load including full load.
6. CO and NOx emissions are reduced remarkably with the mixed fuels.

## 1. 序 論

1970年代初 oil shock以後 가솔린機關의 代替燃料에 關한 研究가 世界的으로 活潑히 進行되고 있는데<sup>1)</sup> 이들 研究中에서 大氣汚染에 起因되는 自動車 有害排出가스의 減少를 위한 燃料의 하나로서 methanol이 가장 有望視되고 있다고 생각된다.

本 研究는 methanol만으로서의 運轉이<sup>2), 3), 4)</sup>

아닌 高級 gasoline 또는 普通 gasoline에 methanol을 混合시키는 것에 着眼하여<sup>5), 6), 7)</sup> 이 混合燃料들의 混合성을 알기 위하여 물을 添加할 때와 相分離防止劑를 添加한 때의 相分離 現象, 그리고 相分離時의 限界吸水比를 찾아내고, 아울러 이들 混合燃料의 蒸溜曲線과 混合燃料를 使用할 때의 機關性能 및 有害排出가스에 關한 實驗的 研究이다.

\* 仁荷大學校

\*\* 仁荷大學校 大學院

2: 實驗方法

2.1 相分離

本實驗에는 市販되고 있는 國內 2個精油會社 製品(以下 sample A, sample B로 表示)의 高級 gasoline(以下 SG 또는 S로 表示) 혹은 普通 gasoline(以下 RG 또는 R로 表示)에 純度 99.8%의 methanol(以下 MeOH 또는 M으로 表示)을 使用하였다.

100cc 液量計에 gasoline과 MeOH를 各種比로 混合시킨 후 물을 添加하면서 흔들 때, 初期에는 透明한 液이지만 漸次 加水量을 增加시키면 드디어 混濁한 液이 되며, 이것을 數十分間 放置해 두면 上下의 層으로 分離된다. 이때 全試料에 對한 加水體積比(%)를 限界吸水比(critical absorption ratio; C. A. R.), 上下層 全體積에 對한 下層分이 차지하는 體積比(%)를 分離比(separation ratio; S. R.)라고 定義한다.

이와 같은 方法으로 다음과 같이 實驗을 實施하였다.

i) 各種 溫度下에서 gasoline과 MeOH의 混合比를 變化시킴에 따른 限界吸水比와 分離比의 測定.

ii) 溫度와 混合比를 變化시키면서 相分離防止劑 tetrahydrofuran(THF; C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O), n-butanol(CH<sub>3</sub>·(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>·CH<sub>2</sub>OH), iso-butanol((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CH·CH<sub>2</sub>OH)을 各各 添加함에 따른 限界吸水比의 測定.

iii) 分離된 上下層分을 比重測定에 依한 燃料組成의 分析.

iv) 混合燃料 및 相分離된 上下層分의 燃料에 對한 各各의 ASTM蒸溜實驗.

다음에 表示되는 記號에 對해서 다음과 같이 約束하기로 한다.

M10, M20은 試料全體積中에서 MeOH의 體積이 各各 10%, 20% 包含되어 있는 것을 나타내며, SM10, RM20은 各各 MeOH對 SG의 體積比가 10:90, MeOH對 RG의 體積比가 20:80으로 混合되어 있음을 表示한다. 또한 RM15 up 과 RM15 low는 RM15가 相分離 될때의 上層分과 下層分을 나타낸다.

2.2 機關性能

本實驗에는 日本 Nissan製品의 行程體積 1595 cc, 100ps/6000rpm(max.)의 水冷 4 cycle 頭上弁式 가솔린機關을 使用하였다.

SG 및 RG와 M10, M15, M20의 混合燃料에 對해서 氣化器를 修正하지 않은 狀態(gasoline만 으로의 運轉에 適合하도록 調節된 狀態)로, throttle valve 開度設定試驗과 負荷設定試驗을 하였다.

2.3 排出가스

本實驗에는 現代自動車(株)製品의 行程體積 1238cc, 80ps/6300rpm(max.) Pony wagon強制循環水冷 4cycle 頭上弁式 가솔린機關을 氣化器의 修正없이 使用하였으며, 國內自動車 排出가스 規制方法인 CVS-10 mode에 依據하여 實施하였다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 相分離

常溫(20°C)에서 gasoline과 MeOH는 어떠한 混合比에서든지 相分離를 일으키지 않고 잘 混合된다. 그러나 吸水時에 있어서 相分離는 넓은 混合範圍에 걸쳐서 2層으로 分離된다.

먼저 一定한 溫度(20°C)에서 물을 添加한 후 限界吸水比와 分離比를 보면 Fig. 1과 같다. 그림으로부터 分離比는 混合燃料에서의 MeOH含有

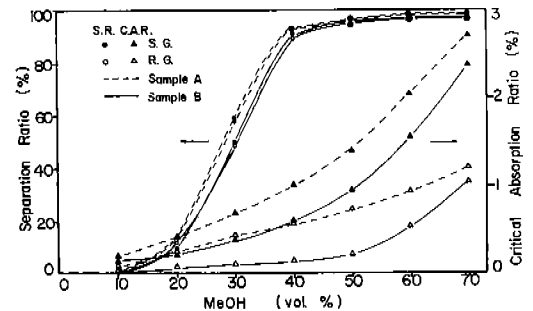


Fig. 1. Variations of Separation Ratio and Critical Absorption Ratio with Various Gasoline-Methanol Mixture Ratios at Constant Temperature (20°C)

량이 증가함에 따라 M10~M20과 M40 이상의 범위에서는緩慢히增加하나 M20~M40 사이에서는急激히增加한다. 또한 sample A가 sample B보다 그비는 약간 크나, 그增加傾向은 같음을 알수 있다. 그리고 限界吸水比는 混合燃料에서의 MeOH 含有量이 增加할수록 增加하되 MeOH 40 이상에서는 增加現象이 顯著하며 SM이 RM보다 限界吸水比가 크고, sample A의 값이 sample B의 값보다 크다. 이것은 gasoline에 含有되어 있는 aromatic成分의 多少에 起因하는 것으로 생각된다.<sup>1)</sup>

Fig. 2와 Fig. 3은 各各 sample A와 sample B에 對해서 M10, M20의 混合燃料과 이들 混

合燃料에 相分離防止劑 THF를 1% 添加했을 때 液溫變化에 따른 限界吸水比의 變化를 나타낸다. 그림으로부터 THF添加有無에 關係없이 限界吸水比는 溫度의 增加에 따라 增加하는데 10℃以上에서 限界吸水比의 增加率이 커지며, 그리고 M10보다 M20이, 즉 混合燃料에서의 MeOH含有量이 많아질수록 限界吸水比가 크다. 또한 THF를 1%添加했을 때 一定한 量만큼의 限界吸水比가 增加하며, sample B에 있어서 THF를 加해도 RM10에서는 약10℃以下에서, RM20에서는 약20℃以下에서, 물을 添加하지 않은 狀態에서도 相分離가 일어남을 알 수 있다.

Table 1과 Table 2는 sample A의 各種 混合

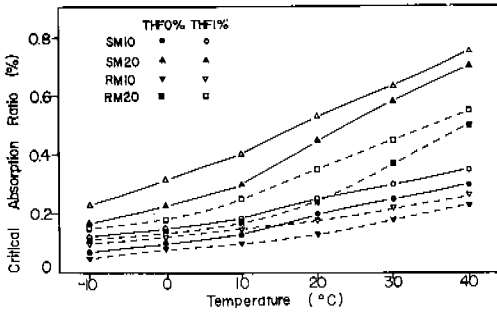


Fig. 2. Variations of Critical Absorption Ratio and Effect of THF with Various MeOH Mixture Ratios at Various Temperature (Sample A)

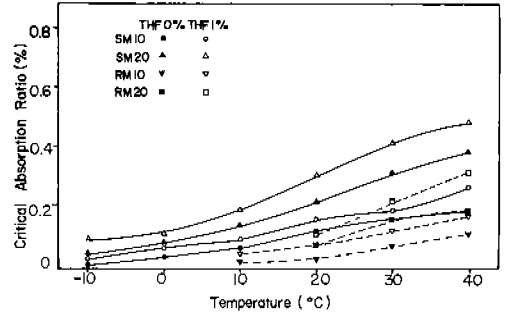


Fig. 3. Variations of Critical Absorption Ratio and Effect of THF with Various MeOH Mixture Ratios at Various Temperature (Sample B)

Table 1. Variations of Critical Absorption Ratio of Gasoline-Methanol with Various Mixture Ratios and 2% of Fuel Additives under Various Temperatures (Sample A)

(Unit ; Vol. %)

Temp.	-10℃			-0℃			10℃			20℃			30℃			40℃		
	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol
SM10	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	0.22	0.23	0.25	0.27	0.30	0.33	0.35	0.35	0.38	0.40	0.40	0.43	0.45
SM20	0.28	0.28	0.30	0.40	0.40	0.40	0.50	0.53	0.50	0.60	0.63	0.65	0.72	0.75	0.75	0.85	0.85	0.88
SM30	0.43	0.40	0.40	0.62	0.60	0.60	0.80	0.78	0.75	0.95	0.97	0.97	1.15	1.15	1.15	1.38	1.40	1.40
RM10	0.12	0.12	0.12	0.15	0.15	0.15	0.18	0.20	0.20	0.21	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30
RM20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.25	0.23	0.32	0.30	0.30	0.43	0.45	0.45	0.53	0.58	0.60	0.63	0.63	0.63
RM30	0.22	0.22	0.25	0.30	0.30	0.30	0.50	0.50	0.50	0.65	0.65	0.63	0.83	0.85	0.85	1.03	1.03	1.00

Table 2. Variations of Critical Absorption Ratio of Gasoline-Methanol with Various Mixture Ratios and 3% of Fuel Additives under Various Temperatures(Sample A)

(Unit ; Vol. %)

Temp. Additives Fuel	-10℃			0℃			10℃			20℃			30℃			40℃		
	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol	THF	n-Butanol	iso-Butanol
SM10	0.22	0.22	0.22	0.25	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.33	0.35	0.40	0.40	0.43	0.45	0.47	0.50	0.50
SM20	0.30	0.33	0.35	0.45	0.45	0.45	0.60	0.60	0.63	0.68	0.70	0.73	0.83	0.83	0.85	0.98	0.98	1.00
SM30	0.50	0.50	0.50	0.72	0.70	0.70	0.95	0.95	0.95	1.08	1.10	1.10	1.28	1.30	1.25	1.50	1.50	1.50
RM10	0.15	0.15	0.15	0.18	0.18	0.18	0.20	0.23	0.23	0.24	0.25	0.25	0.30	0.32	0.30	0.35	0.35	0.38
RM20	0.22	0.22	0.22	0.25	0.28	0.23	0.38	0.38	0.40	0.48	0.48	0.50	0.60	0.63	0.65	0.73	0.73	0.73
RM30	0.25	0.28	0.28	0.40	0.40	0.38	0.60	0.60	0.60	0.75	0.75	0.75	0.95	0.98	0.95	1.15	1.15	1.15

燃料에 各各 THF 2%, 3%를 添加한 境遇와 다른 相分離防止劑 n-Butanol 및 iso-Butanol을 THF와 같은 比率로 各各 添加했을 境遇의 溫度 變化에 따른 限界吸水比의 값을 나타낸다. 이를 表로부터 限界吸水比는 相分離防止劑의 添加量

이 1%씩 増加할 때마다 一定量씩 増加하며, 相分離防止劑 사이의 差異는 없거나 僅少함을 알 수 있다.

Table 3은 SG 및 RG와 MeOH 10, 15, 20, 30%를 混合시킨 燃料에 물을 加한 後, 相分離가 일어났을 때 上層(Up), 下層(Low)에 存在하는 gasoline, MeOH, 물을 比重比로 나타낸 定量分析 結果表이다. 이 表에 依하면 限界吸水比에서 相

Table 3. Data of Quantitative Analysis of Separated Fuels

(Unit; Wt %)

Fuel		Gasoline	Methanol	Water
SM10	Up	90	10	
	Low	32	48	20
SM15	Up	86	14	
	Low	34	59	7
SM20	Up	84	16	
	Low	42	54	4
SM30	Up	79	21	
	Low	62	37	1
RM10	Up	89	11	
	Low	30	49	21
RM15	Up	86	14	
	Low	32	64	4
RM20	Up	83	17	
	Low	41	57	2
RM30	Up	80	20	
	Low	58.8	40.7	0.5

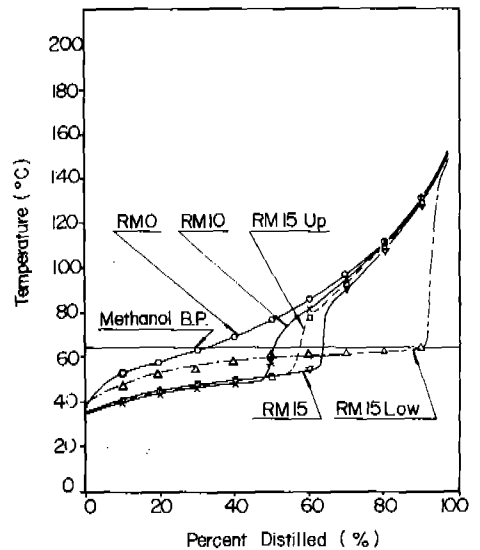


Fig. 4. Distillation Curves of Mixed and Separated Fuels on the Base of Regular Gasoline

Table 4. Distillation Temperature of Mixed and Separated Fuels on the Base of Super Gasoline

(Unit ; °C)

Fuel (%) Percent Distilled	SG	SM10	SM15	SM20	SM30	SM15 Up	SM15 Low	SM20 Up	SM20 Low	SM30 Up	SM30 Low
Initial Point	37	33.5	33.5	34	33	36	38	36	36.5	36.5	37
10	56.5	46	46	46.5	47	47	51	48	49	48	49
20	68	50	50	51	51.5	51	55.5	52	54	52	53
30	77	52.5	53	53.5	54	54	58.5	54	57	54	56
40	87	77	55	56	56	56	60.5	56	59	56	58
50	97	96.5	61	57	58	82.5	61.5	58	60.5	58	60
60	106	106.5	102	90	59.5	104	62.5	100	62	74	61
70	116.5	116	113	109	60.5	114	63.5	113.5	62.5	109.5	62
80	127.5	128	125	122	119	126	64.5	125.5	63.5	123.5	115.5
90	139	140.5	137	136	133.5	138	133	138	136	137	134
End Point	162	152	151	152.5	157	160	154	159	156	157.5	158

Table 5. Distillation Temperature of Mixed and Separated Fuels on the Base of Regular Gasoline

(Unit ; °C)

Fuel (%) Percent Distilled	RM	RM10	RM15	RM20	RM30	RM15 Up	RM15 Low	RM20 Up	RM20 Low	RM30 Up	RM30 Low
Initial Point	37	34	34	34	34.5	34	38	36	37	37	38
10	53	41	42.5	42	42.5	41.5	46.5	43	45	43	45
20	58	44	46	45.5	46	45.5	50	46	48.5	46	49
30	63.5	47	48	48	49.5	48	54	48.5	52	49	52
40	70	49.5	50.5	50.5	52	50.5	57	51	55	51	54.5
50	77	59.5	53	52.5	54	52	59.5	53	58	53	57.5
60	86	82	55	55	56.5	78.5	61	54	60	55	60
70	97.5	96	91.5	56.5	59	94	62	93	61.5	91	61.5
80	111.5	110.5	108.5	109	60.5	110	63.5	110	62.5	110	62
90	133	132	130.5	130	126.5	131	64.5	131	126	132	127
End Point	155	148	150	148	152	154	150	152	151	154	151

分離된 境遇 上層部에는 多量の gasoline과 少量의 MeOH가 存在하며, 下層部에는 gasoline과 MeOH 및 물이 共存한다<sup>9)</sup>

또한 始動性, 加速性, vapor lock, percolation 等に 미치는 各種 燃料의 蒸溜溫度를 나타내는 것이 Fig. 4 및 Table 4, Table 5이다. 그림으로부터 gasoline과 各種混合燃料의 初溜點은 거의 같으나 溜分 50%~60%까지의 溫度内에서는 各

種混合比의 混合燃料의 蒸溜溫度는 거의 一定하고, 60°C以上에서는 急激히 上昇하며 溜分 70%以上에 到達하면 거의 gasoline(RM0)의 蒸溜曲線에 接近한다. 그리고 SM의 境遇도 RM의 境遇와 거의 같은 傾向이지만, RG 및 RM의 境遇가 SG 및 SM의 境遇보다 蒸溜溫度가 낮음을 Table 4, 5로부터 알 수 있다. 따라서 混合燃料가 gasoline에 比해서, 또한 RG 및 RM이 SG 및

SM에 比해서 10%點, 35~60%點 蒸溜溫度가 낮기 때문에 始動性 및 加速性이 좋게 되지만 vapor lock과 percolation의 發生率이 더 클 것이 豫想된다.<sup>7)</sup>

### 3. 2 機關性能

#### 3. 2. 1 Throttle valve 開度 設定試驗

開度1/4 일 때 出力과 토오크는 Fig. 5로부터 알 수 있는 바와 같이 gasoline만을 使用했을 때 보다 MeOH의 含有量이 增加할수록 약간씩 減少하며, 또한 燃料消費率은 Fig.6 으로부터 混合燃料의 境遇가 gasoline의 境遇보다 增加하며, 熱效率은 RM10에서는 gasoline에 比해서 增加하지만 RM15, RM20에서는 減少하는데, SM에서는 SM15까지는 熱效率이 增加하였다. 즉, 混合燃料에 있어서 MeOH混合比에 따라 어느 限界까지는 熱效率이 增加하나 그 以上の 混合比에서는 오히려 減少하는 傾向을 알 수 있다. 이것은 開度 1/2 에서도 同一한 傾向을 보였다.

한편 Fig.7로부터 開度 3/4 以上에서의 出力과 토오크는 gasoline과 混合燃料의 境遇가 거의 같으며, Fig. 8로부터 燃料消費率은 混合燃料

의 境遇가 약간 增加하나 熱效率은 大幅 增加함을 알 수 있다.

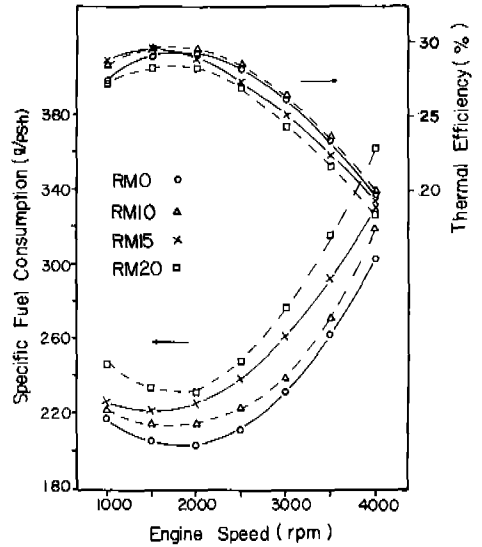


Fig. 6. Relations of Specific Fuel Consumption and Thermal Efficiency to Engine Speed at 1/4 of Throttle Valve Opening with Regular Gasoline

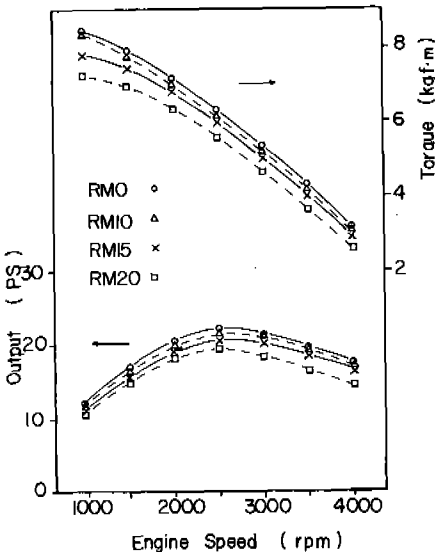


Fig. 5. Relations of Output and Torque to Engine Speed at 1/4 of Throttle Valve Opening with Regular Gasoline

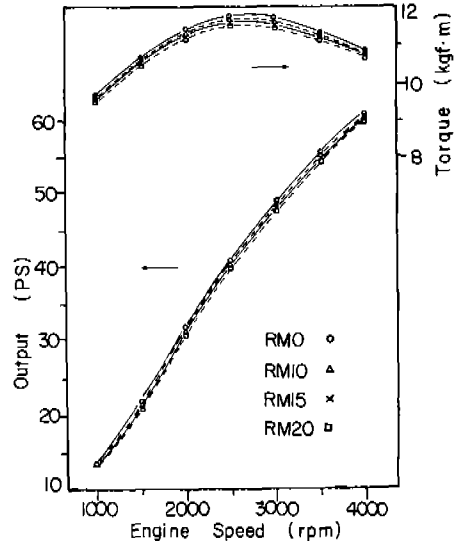


Fig. 7. Relations of Output and Torque to Engine Speed at 3/4 of Throttle Valve Opening with Regular Gasoline

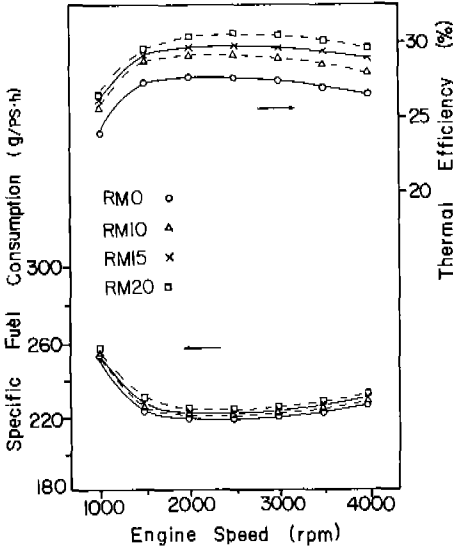


Fig. 8. Relations of Specific Fuel Consumption and Thermal Efficiency to Engine Speed at  $\frac{1}{4}$  of Throttle Valve Opening with Regular Gasoline

3. 2. 2 負荷 設定試驗

Fig.9로부터 全負荷時에 gasoline과 混合燃料의 出力과 토오크는 거의 같으며, 1/4 負荷時의 性能을 나타내는 Fig.10에서 보면 混合燃料

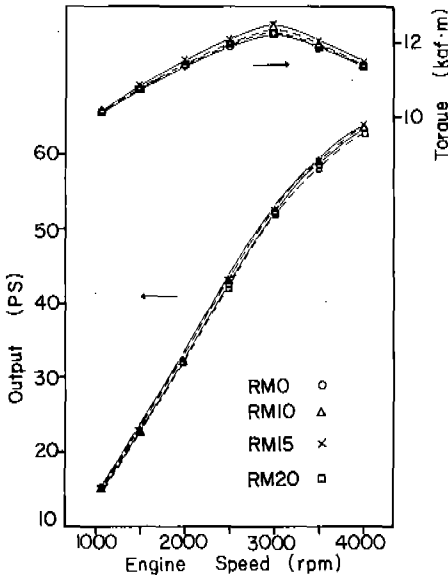


Fig. 9. Relations of Output and Torque to Engine Speed at Full Load with Regular Gasoline

의 境遇가 gasoline의 境遇보다 燃料消費率이 增加하되, 熱效率은 機關回轉速度가 작은 때에는 增加한다. 이것은 1/2 負荷에서도 同一한 傾向을 보였다. 그리고 Fig. 11로부터 3/4 負荷에서는 燃料消費率이 增加하나, 熱效率은 항상 增加한다.

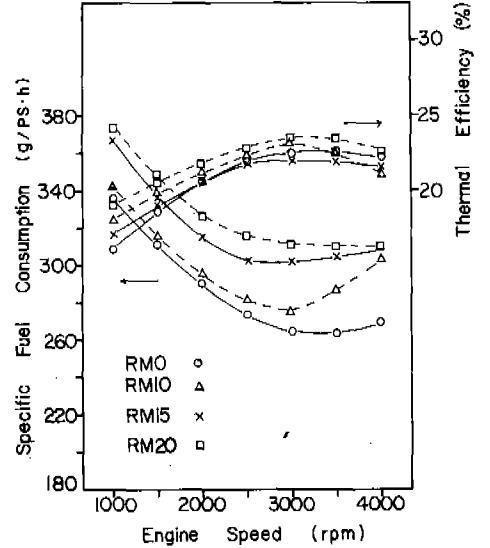


Fig. 10. Relations of Specific Fuel Consumption and Thermal Efficiency to Engine Speed at  $\frac{1}{4}$  Load with Regular Gasoline

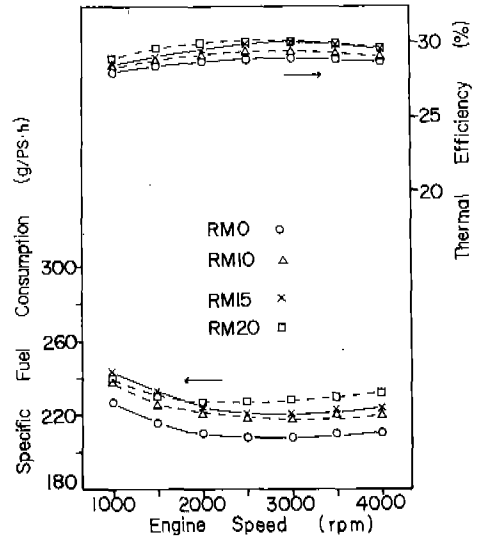


Fig. 11. Relations of Specific Fuel Consumption and Thermal Efficiency to Engine Speed at  $\frac{3}{4}$  Load with Regular Gasoline

이와같은 傾向은 SG 및 SM의 混合燃料에서도 같았다.

以上の 實驗結果를 綜合하면, 混合燃料 使用時의 燃料消費率은 增加하지만 specific energy consumption이 減少함으로써 熱效率이 一般적으로 增加하고, 氣化器를 調節하지 않은 狀態에서 throttle valve 開度가 작을 때에는 出力이 減少하나, 이것을 調節하여 適當한 空燃比로 맞추어 줌으로써 出力이 向上될 것으로 豫想된다.<sup>1)</sup>

### 3.3 排出가스<sup>6),7)</sup>

MeOH 混合比와 gasoline의 種類(RG 및 SG)에 따른 CO, NO<sub>x</sub>, HC에 對해서 Fig. 12로부터 檢討해 보기로 한다.

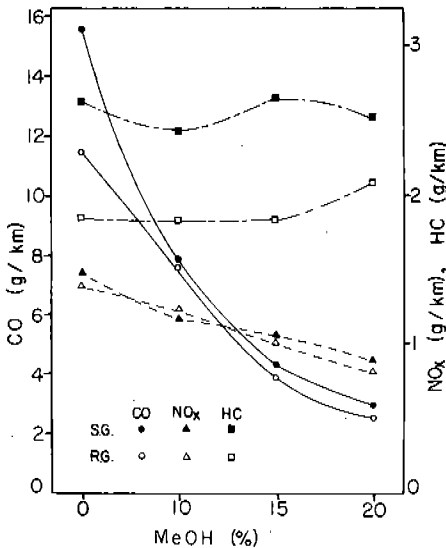


Fig. 12. Variations of Exhaust Emissions with Various Gasoline-Methanol Mixture Ratios

#### 3.3.1 CO

混合燃料에서의 MeOH 含有量이 增加할수록 CO는 顯著하게 減少한다. SM10일때 SG에 比해서 約50%가 減少하며, SM20의 境遇에는 約80%까지 減少한다. 또한 RM10, RM20에서는 RG에 比해서 各各 約30%, 80%程度가 減少한다.

#### 3.3.2 NO<sub>x</sub>

역시 混合燃料에서의 MeOH含有量이 增加할

수록 NO<sub>x</sub>는 減少하는데 SM10, SM15, SM20에서 各各 約20%, 30%, 40%程度가 減少하며, RM10, RM15, RM20에서는 各各 約10%, 25%, 40%程度가 減少한다.

#### 3.3.3 HC

SM10, SM20에서 약간 減少하지만 SM15에서는 오히려 增加한다. 또한 RM15까지는 一定하다가 RM20에서 約10%의 增加를 보인다. 一般적으로 HC는 M15 混合比까지는 gasoline의 境遇와 거의 같으나 그 以上の 混合比에서는 오히려 增加한다.

이 實驗으로부터 RG의 境遇가 SG의 境遇보다 有害排出가스가 적게 나오며, gasoline에 MeOH를 混合시킴으로써 HC는 큰 變化가 없지만 CO 및 NO<sub>x</sub>는 顯著하게 減少시킬 수 있음을 確認할 수 있다.

## 4. 結 論

가솔린機關의 代替燃料로서의 適合성과 有害排出가스의 低減을 위한 gasoline-methanol의 混合, 相分離特性, 機關性能 및 有害排出 가스에 關한 實驗的 研究에서 얻은 結論은 다음과 같다.

(1) 相分離比는 液溫과 相分離防止劑의 添加에는 關係없이 주로 gasoline과 methanol의 混合比에 影響을 받으며, 다만 會社製品間에 methanol 20%~40%의 混合比에서 多少 差異가 있다.

(2) 限界吸水比는 gasoline-methanol의 混合比와 液溫의 影響을 받는데, 이 값은 methanol과 高級 gasoline과의 混合燃料가 普通 gasoline과의 混合燃料보다 크고, 會社製品間에 큰 差異가 있으며, 相分離防止劑의 添加量이 增加함에 따라 增加한다.

(3) 蒸溜溫度에 있어서 gasoline과 各種混合燃料의 初溜點은 거의 같으나, 10%點 및 35~60%點은 混合燃料가 gasoline에 比해서 낮으며, 普通 gasoline의 境遇가 高級 gasoline의 境遇보다 낮다.

(4) 開度에 따른 機關性能은 氣化器를 修正하



지 않는 條件下에서, 混合燃料을 使用할 時가 gasoline만을 使用할 時보다 작은 開度에서는 出力이 減少하나, 開度가 클 때에는 거의 같다. 그리고 熱效率은 methanol 15% 混合比까지는 一般으로 增加하되 그 以上の 混合比에서는 throttle valve 開度에 따라 變動하며, 高級 gasoline과 普通 gasoline間의 差異는 거의 없다.

(5) 負荷에 따른 機關性能은 氣化器를 修正하지 않는 條件下에서, 混合燃料을 使用할 時가 gasoline만을 使用할 時보다 低負荷時 낮은 機關回轉 速度에서 및 高負荷 運轉에서는 熱效率이 增加한다.

(6) 有害排出가스(CO, NO<sub>x</sub>, HC)는 氣化器를 修正하지 않는 條件下에서, 普通 gasoline의 境遇가 高級 gasoline의 境遇보다 적게 나오며, 이들 가스中 CO 및 NO<sub>x</sub>는 methanol의 混合比가 增加할수록 顯著하게 減少하되, HC는 methanol 15%의 混合比까지는 별 變動이 없으나, 이 以上の 混合比에서는 약간 增加하는 傾向을 보인다.

### 參 考 文 獻

1. 金熙喆; 自動車機關의 新燃料 代替技術의 國內現況과 이에 따른 問題點; 韓國科學技術情報센터 技術現況分析報告, 第3集, pp.1~5, 1978. 6.
2. P. Breisacher and R. Nichols; Review of Methyl Alcohol as a Reciprocating Engine Fuel; Paper Presented at the Fall Meeting of Combustion Institute, California, pp.1~9, 1973.

3. 堀昭三, 澤則弘, 海老澤重次; 氣化器付き 메タanol機關의 運轉特性; 日本機械學會誌, Vol.15, No.175, pp.9~24, 1976. 2.
4. W. J. Most and J. P. Longwell; Single-Cylinder Engine Evaluation of Methanol-Improved Energy Economy and Reduced NO<sub>x</sub>; SAE paper 750119, pp.529~540, 1975.
5. 中山滿茂, 外山哲, 村山恵司郎; 메タanol·가솔린 混合燃料의 相分離特性と相分離における엔진性能의 研究; 內燃機關合同シンポジウム講演論文集, pp.187~192, 79-8 2, 3.
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, pp.541~567, 1975.
7. E. E. Wigg and R. S. Lunt; Methanol as a Gasoline Extender-Fuel Economy, Emissions and High Temperature Driveability; SAE paper 741008, pp.3131~3142, 1974.
8. J. C. Ingamells and R. H. Lindquist; Methanol as a Motor Fuel or a Gasoline Blending Component; SAE paper 750123, pp.568~582, 1975.

### 附 記

이 研究는 1980年度 峨山社會福祉事業財團의 支援에 의하여 遂行되었으며, 이에 謝意를 表한다.