

에타놀—石油 混合燃料의 農用石油엔진에의 利用에 關한 研究

Technical Feasibility of Ethanol-Kerosene Blends for Farm Kerosene Engines

裴 英 煥* · 柳 寬 熙*
Bae, Yeong Hwan · Ryu, Kwan Hee

Summary

As an attempt to reduce the consumption of petroleum resources and to improve the performance of a kerosene engine, a series of experiments was conducted using several kinds of ethanol-kerosene blends under the various compression ratios. The engine used in this study was a single-cylinder, four-cycle kerosene engine having a compression ratio of 4.5.

To investigate the feasibility of ethanol-kerosene blends in the original engine, kerosene and blends of 5-percent, 10-percent, and 20-percent-ethanol, by volume, with kerosene were used. And to investigate the feasibility of improving the performance of the kerosene engine, a portion of the cylinder head was cut off to increase the compression ratio up to 5.0 by reducing the combustion chamber volume. Kerosene and blends of 30-percent and 40-percent-ethanol, by volume, with kerosene were used for the modified engine with an increased compression ratio.

Variable speed tests at wide-open throttle were also conducted at five speed levels in the range of 1000 to 2200 rpm for each compression ratio and fuel type. Volumetric efficiency, engine torque, and brake specific fuel consumption were determined, and brake thermal efficiency based on the lower heating values of kerosene and ethanol was calculated.

The results obtained in the study are summarized as follows:

A. Test with the original engine:

(1) No abnormal conditions were found when burning ethanol-kerosene blends in the original engine.

(2) Volumetric efficiency increased with ethanol concentration in blends. When burning blends of 5-percent, 10-percent, and 20-percent ethanol, by volume, with kerosene,

* 서울大學校 農科大學 農工學科

average volumetric efficiency increased 1.6 percent, 2.6 percent, and 4.1 percent respectively, than when burning kerosene.

(3) Mean engine torque increased 5.2 percent for 5-percent-ethanol blend, 9.3 percent for 10-percent-ethanol blend, and 11.5 percent for 20-percent-ethanol blend than for kerosene. Increase in engine torque when using ethanol-kerosene blends was due to the improved combustion characteristics of ethanol as well as an increase in volumetric efficiency.

(4) Up to ethanol concentration of 20 percent, mean brake specific fuel consumption was nearly constant inspite of the difference in heating value between ethanol and kerosene.

(5) Brake thermal efficiency increased 0.3 percent for 5-percent-ethanol blend, 3.8 percent for 10-percent-ethanol blend, and 6.8 percent for 20-percent-ethanol blend than for kerosene.

B. Test with the modified engine with an increased compression ratio:

(1) When burning kerosene, mean volumetric efficiency, engine torque, and brake thermal efficiency were somewhat lower than for the original engine.

(2) Engine torque increased 15.1 percent for 30-percent-ethanol blend and 18.4 percent for 40-percent-ethanol blend than for kerosene.

(3) There was no significant difference in brake specific fuel consumption regardless of ethanol concentration in blends.

(4) Brake thermal efficiency increased 15.0 percent for 30-percent-ethanol blend and 19.5 percent for 40-percent-ethanol blend than for kerosene.

1. 緒 言

現代 産業社會는 石油資源을 主 動力源으로 하여 發展되어 왔다. 그러나 지난 10여년 동안 全 世界的으로 石油資源의 枯渴이라는 問題가 論議되면서 부터 에너지 節約과 代替에너지의 開發에 관한 研究가 活潑히 進行되고 있다.

實際로 브라질 政府는 自國의 豊富한 사탕수수에서 抽出한 알콜을 利用하여 에타놀-기솔린 混合物인 가스홀(Gasohol)을 燃料로 하는 自動車의 生産을 推進하고 있다.

우리나라의 境遇 農業機械의 主種을 이루고 있는 動力耕耘機 中 總 普及臺數의 57%, '76年度 普及臺數의 43%가 石油엔진을 搭載하고 있으며, 기타 小馬力の 空冷式 엔진이 石油를 主 燃料로 使用하고 있다. 特히 石油의 燭탄價가 매우 낮기 때문에

石油엔진의 壓縮比는 4.5:1로 制限되어 있으며, 이로 인한 熱效率의 低下와 오일 稀釋 現象은 石油엔진의 커다란 問題點으로 指摘되고 있다. 또한 알콜-기솔린 및 알콜-디젤油 混合物의 內燃機關에의 利用에 관해서는 비교적 많은 研究 結果가 發表되었으나, 알콜-石油 混合物에 관해서는 國內外的으로 研究 結果가 거의 發表되어 있지 않은 實情이다.

따라서 本 研究는 石油資源의 節約과 엔진性能의 向上을 目的으로 에타놀-石油 混合物을 燃料로 使用하였을 때의 엔진性能을 實驗的으로 考察하였으며, 그 具體的인 目的은 다음과 같다.

(1) 에타놀-石油 混合物의 既存 石油엔진에의 使用 可能性을 實驗的으로 究明하고,

(2) 엔진性能을 向上시키기 위하여 壓縮比를 5.0:1로 增加시킨 엔진에 에타놀-石油 混合物을 使用했을 때의 엔진性能을 調査한다.

2. 材料 및 方法

가. 供試機

本 實驗에 使用된 엔진은 動力耕耘機 搭載用 石油엔진으로서 그 主要 仕様은 Table 1에서 보는 바와 같다.

Table 1. Specifications of the engine used in the experiment.

Item	Specification
Maker & model	Dae Dong, NK 80
Type	4 cycle, water cooled, 1 cylinder
Bore×stroke(mm)	90×105
Total displacement (cm ³)	667
Maximum output (Ps/rpm)	11/2200
Continuous rated output (Ps/rpm)	8/2000
Maximum torque (kg·m)	3.9 at 1700 rpm
Starting method	Handle starting
Fuel	Kerosene (gasoline for starting)
Compression ratio	4.5 : 1
Cooling system	Condensor type

Table 2. Specifications of testing equipments and measuring instruments

Item	Maker & model	Specifications
Prony brake	Dae Dong	Diameter: 220 mm
Air orifice	—	Orifice coefficient: 0.63
Air surge tank	—	Volume: 2×48.1 liters
Engine pressure transducer	Kyowa, PE100KJ	Capacity: 100 kg/cm ² Cal. Const.: 0.0474
Amplifier	Kyowa, RMS-11	Single channel
Oscillograph	Kyowa, RMV-50A	Optical length: 400 mm Max. paper speed: 2 m/s
Universal counter (with magnetic pick-up)	Ono Sokki, MS-502	Digital display, direct reading
Scale	Keum Sung	Resolution: 0.01 kg
Fuel measuring burette	—	Resolution: 2 cc

다. 使用燃料

本 實驗에 使用된 燃料은 石油과 에타놀-石油混

나. 實驗裝置

本 實驗에 使用된 實驗裝置의 概觀은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 엔진出力의 測定을 위해 프러니 브레이크(prony brake)를 使用하였으며, 엔진으로 流入되는 空氣의 流量을 算出하기 위하여 두개의 surge tank와 오리피스를 使用하였다. 엔진回轉速度는 萬能計數機(universal counter)와 磁石式檢出器(magnetic pick-up)를 使用하여 測定하였으며, 燃料消耗率은 燃料測定用 뷰렛트(burette)에 의해서 일정한 試驗時間 동안 消耗된 量을 測定하여 算出하였다. 使用한 測定裝置의 一般의인 諸元은 Table 2와 같다.

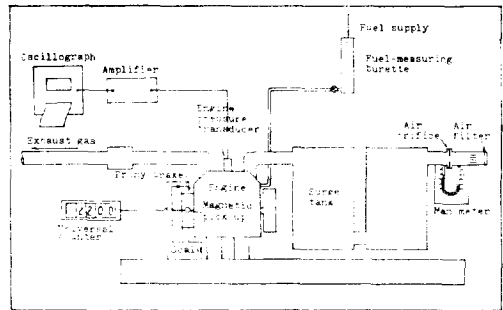


Fig. 1. Schematic diagram of single cylinder engine test apparatus used in the experiment.

合燃料로서 石油의 一般의인 諸元은 Table 3과 같다. 使用한 에타놀은 純度 99.5%의 試驗用으로서 比重은 0.790/cm³이며 低位發熱量은 26.87MJ/kg⁸⁾

이다. 石油 및 에타놀-石油 混合燃料의 燃料特性은 Table 4와 같다.

에타놀-石油 混合燃料의 既存 石油 엔진에의 使用 可能性을 調査하기 위하여 石油 및 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物를 使用하였으며, 壓縮比를 增加시킨 엔진에는 石油 및 30%, 40% 에타놀 混合物를 使用하였다.

라. 氣化器 調整

Table 4에서 본 바와 같이 에타놀 混合비에 따라 混合燃料의 理論空氣燃料比가 달라진다. 또한 電氣點火엔진의 경우 空氣燃料比 12:1~13:1에서 最大出力이 얻어진다는 것은 이미 잘 알려진 事實이다. 따라서 本 實驗에서는 最大出力에 맞추어 各燃料에 대하여 燃料比(fuel-air equivalence ratio)의 平均値가 1.25의 값을 갖도록 氣化器를 調整하였다.

Table 4. Fuels used in the engine tests and their fuel characteristics.

Fuel	Composition		Specific gravity (g/cm ³)	Stoichiometric air/fuel ratio	Lower heating value (MJ/kg)
	Ethanol	Kerosene			
Kerosene	0	100	0.783	15.0	44.15
5% blend	5	95	0.783	14.7	43.29
10% blend	10	90	0.784	14.4	42.42
20% blend	20	80	0.784	13.8	40.69
30% blend	30	70	0.785	13.2	38.97
40% blend	40	60	0.786	12.6	37.24

마. 엔진 壓縮比의 增加

石油의 옥탄價는 20~30의 값을 갖는 반면 에타놀의 옥탄價는 약 111로 보고되어 있다.⁽²⁾ 따라서 에타놀을 石油에 添加할 경우 混合物의 옥탄價가 增加할 것은 당연한 事實이다. 混合物 中の 에타놀의 比率에 따라 混合燃料의 옥탄價가 直線의으로 증가한다고 가정하면⁽¹⁴⁾ 體積比로 에타놀 40%와 石油 60%를 섞은 混合物은 약 60의 옥탄價를 갖게 된다.

石油의 옥탄價가 낮기 때문에 石油엔진의 壓縮比는 다른 電氣點火엔진에 비하여 매우 낮으며 따라서 熱効率 면에서 不利하다. 그러나 에타놀 混合燃料의 경우 옥탄價가 增加되기 때문에 壓縮比를 多少 增加시킨 石油엔진에 使用할 수 있으리라고 예상할 수 있다. 電氣點火엔진에 대한 옥탄價와 限界 壓縮比(critical compression ratio) 사이의 관계는

Table 3. General specifications of kerosene.

Gravity, API	49
Sulfur content, % by weight	0.065
Flash temp., °C	46.0
Colour, Saybolt	+29
Corrosion, Cu strip	1-a
Distillation, °C	
First drop	146.2
End point	238.4
10%	177.0
50%	195.6
90%	220.1
95%	228.1

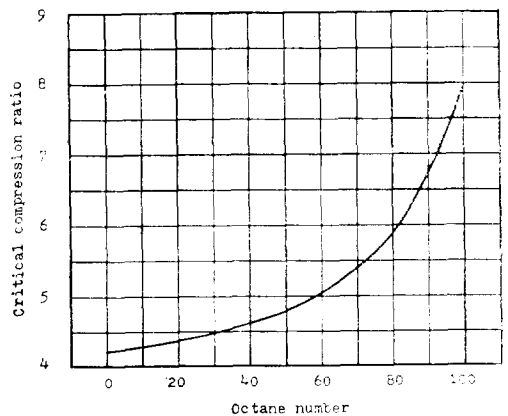


Fig. 2. Critical compression ratio versus octane number. Source: (7)

Fig. 2와 같으며, 이에 따르면 에타놀 40%와 石油 60%를 섞은 混合燃料의 限界壓縮比는 약 5.0:1이 된다.

에타놀-石油 混合燃料의 熱效率에 대한 影響을 調査하기 위하여 엔진 실린더 헤드의 一部分을 切斷하여 燃燒室 體積을 減소시킴으로써 壓縮比를 5.0:1로 증가시켰다. Table 5는 既存엔진과 壓縮比를 증가시킨 엔진을 비교한 것이다.

Table 5. Modification of the engine.

Item	Original engine	Modified engine
Displacement(cm ³)	667.0	667.0
Combustion chamber volume (cm ³)	190.6	166.8
Compression ratio	4.5	5.0

바. 엔진性能試驗

各各의 壓縮比와 使用燃料에 대하여 全負荷 試驗을 實施하였다. 엔진回轉速度 2200, 1900, 1600, 1300, 1000 rpm의 5水準을 擇하여 各各의 回轉速度에서 最大負荷를 維持하도록 調整하였다. 엔진이 定常狀態에 도달한 후 燃料消耗率과 空氣消耗率 및 엔진토크를 測定하였다.

3. 結果 및 考察

엔진性能試驗 結果 얻어진 體積效率, 토크, 燃料消耗率 및 制動熱效率(brake thermal efficiency)은 Fig. 3~6에 나타나 있다. 이 그림들에 表示된 結果를 數值的으로 比較하기 위하여 各各의 曲線을 이루는 5개의 速度水準에 대한 測定值들을 3次 回歸方程式(3rd-order Polynomial regression equation)으로 表示하였다. 이 方程式을 1000~2200 rpm의 速度範圍에 대하여 積分하여 求한 값을 1200으로 나누어 各各의 使用燃料에 대한 體積效率, 엔진토크, 燃料消耗率 및 制動熱效率의 平均値로 使用하였다.

가. 既存 石油엔진의 境遇

1) 空氣燃料比

既存 石油엔진에 대하여 엔진性能試驗을 수행하였을 때의 各各의 使用燃料과 엔진回轉速度에 대한 空氣燃料比의 平均値는 Table 6에서 보는 바와 같다. 엔진 試驗을 위한 氣化器 調整은 平均 燃料比

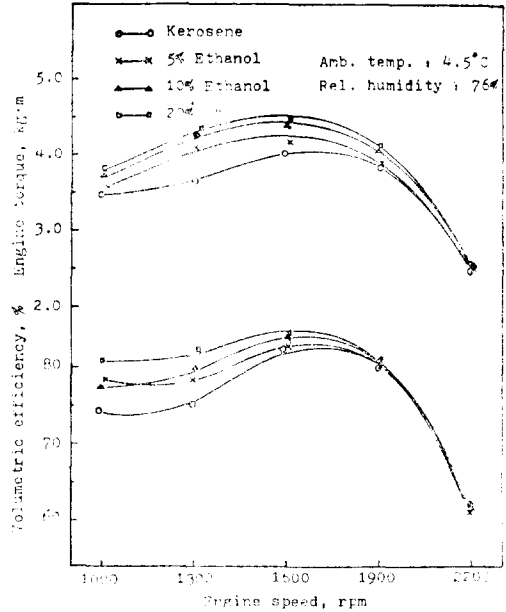


Fig. 3. Effects of ethanol concentration in blends on engine torque and volumetric efficiency of the original engine (4.5CR) at full load.

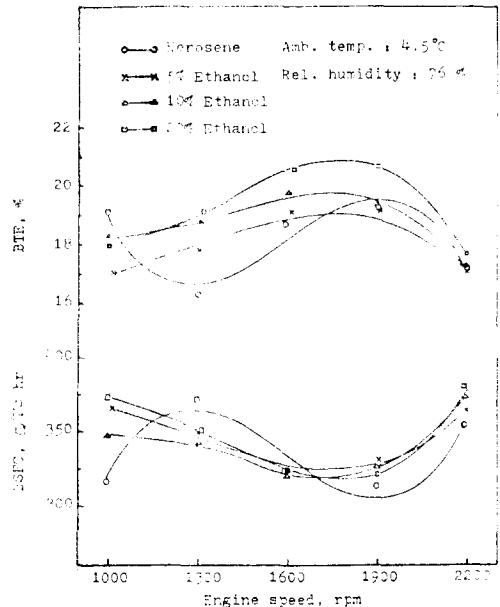


Fig. 4. Effects of ethanol concentration in blends on brake specific fuel consumption and brake thermal efficiency of the original engine (4.5 CR) at full load.

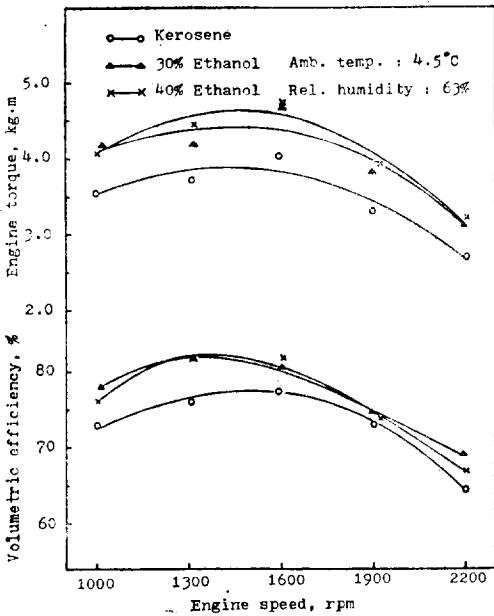


Fig. 5. Effects of ethanol concentration in blends on engine torque and volumetric efficiency of the modified engine (5.0 CR) at full load.

Table 6. Experimental data of air-fuel ratio for the original engine (4.5 CR) at full load.

Engine speed (rpm)	Ethanol contents			
	0	5%	10%	20%
2200	13.07	12.32	11.74	11.61
1900	12.20	11.34	11.21	11.18
1600	11.65	11.22	10.92	10.64
1300	10.15	10.05	10.09	10.04
1000	12.42	11.01	11.03	10.40
Mean	11.90	11.19	11.00	10.77
Stoi. A/F	15.0	14.7	14.4	13.8
ϕ^*	1.26	1.31	1.31	1.28

* Equivalence ratio = $\frac{\text{stoichiometric air-fuel ratio}}{\text{actual air-fuel ratio}}$

(fuel-air equivalence ratio)가 1.25의 값을 갖도록 하였는 바 실험 결과 燃料比가 1.26~1.31의 값을 나타내어 氣化器 調整은 各 使用燃料에 대하여 거의 適切하였다고 판단된다.

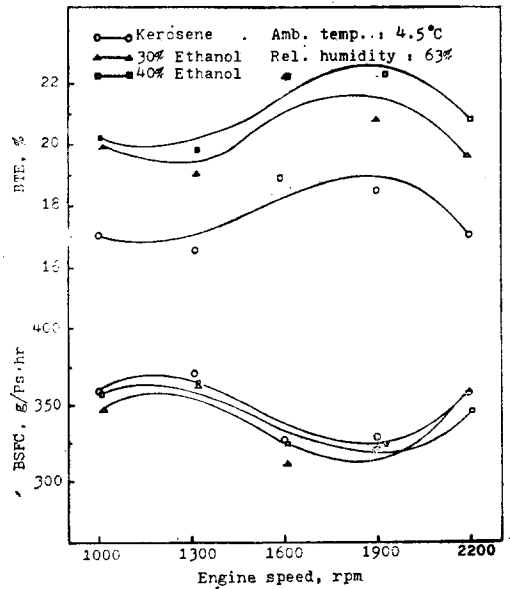


Fig. 6. Effects of ethanol concentration in blends on brake specific fuel consumption and brake thermal efficiency of the modified engine (5.0 CR) at full load.

2) 體積效率

Table 7에서 보는 바와 같이 體積效率은 石油를 使用했을 때에 비하여 5%, 10%, 20%의 에타놀 混合物을 使用한 경우 각각 1.6%, 2.6%, 4.1% 增加하였다. 에타놀의 混合에 따른 體積效率의 增加는 에타놀의 氣化熱이 石油의 3.6배에 달하며⁽⁸⁾ 또한 에타놀이 石油에 비하여 훨씬 휘발성이 강하다는 것으로 해석될 수 있다. 즉 吸氣管에서 에타놀이 氣化할 때 에타놀의 氣化熱에 의한 엔진으로 流入되는 空氣의 冷却效果가 크며 이로 인하여 空氣의 密度와 質量流量이 커지게 되어 體積效率이 增加하는 것이다.

3) 엔진 토크

Table 7에서 보는 바와 같이 엔진 토크는 石油를 使用한 경우에 비하여 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物을 使用한 경우 각각 5.2%, 9.3%, 11.5% 增加하였다. 이러한 토크의 增加는 앞에서 言及한 體積效率보다 增加幅이 큰 것으로 나타났다. 따라서 엔진 토크 즉 出力은 體積效率뿐만 아니라 混合燃料의 燃燒特性에 의해서도 영향을 받는 것으로 판단된다. 즉 에타놀의 氣化로 인하여 실린더

Table 7. Mean values of the test results for the original engine (4.5 CR) in the speed range of 1000 to 2200 rpm.

Fuel	η_v^*		Torque		BSFC*		η_b^*	
	%	Index	kg·m	Index	g/Ps·hr	Index	%	Index
Kerosene	77.27	100	3.66	100	334.85	100	18.23	100
5%-Ethanol	78.53	102	3.85	105	340.28	102	18.28	100
10%-Ethanol	79.21	103	4.00	109	335.30	100	18.93	104
20%-Ethanol	80.50	104	4.08	112	341.37	102	19.46	107

η_v : Volumetric efficiency.

BSFC : Brake specific fuel consumption.

η_b : Brake thermal efficiency (overall efficiency).

内の 溫度와 壓力이 低下되어 壓縮行程中 보다 적은 일을 필요로한다는 것과 알콜 混合物的 경우 空氣와의 燃燒反應에서 물 混合物(mole mixture)에 대한 물 生成物(mole product)의 體積이 石油에 비하여 크기 때문에 膨脹行程에서 더 큰 일을 한다는 것으로 解析될 수 있다.

4) 燃料消耗率

Table 7에서와 같이 使用燃料에 따른 燃料消耗率은 에타놀의 混合비에 關係없이 거의 같은 값을 가졌다.

5) 制動熱效率

Table 7에서 보는 바와 같이 制動熱效率은 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物이 석유에 비하여 각각 0.4%, 3.8%, 6.8% 높게 나타났다. 에너지의 效率의인 利用側面에서 볼 때 內燃機關 燃料로서 에타놀-석유 混合物은 石油에 비하여 熱效率이 높은 것으로 나타났다. 이는 石油의 경우 휘발성이 작기 때문에 霧化(automize)가 어렵고 더우기 石油엔진은 壓縮比가 낮기 때문에 不完全燃燒의 傾向이 크기 때문이다. 한편 에타놀-석유 混合物的 경우에는 에타놀의 휘발성이 크기 때문에 霧化가 促進되어 보다 完全燃燒에 가깝게 되어 熱效率이 증가하는 것으로 판단된다.

나. 壓縮比를 增加시킨 엔진의 境遇

1) 空氣燃料比

壓縮比를 增加시킨 엔진에 대하여 엔진試驗을 하였을 때의 各各의 燃料과 回轉速度에 대한 空氣燃料比는 Table 8에서 보는 바와 같다. 30%, 40% 에타놀 混合物的 경우 燃料比가 豫定值인 1.25에 近似한 값을 가졌으나 石油의 경우에는 燃料比가 1.35로서 약간 큰 값을 나타냈다.

Table 8. Experimental data of air-fuel ratio for the modified engine (5.0 CR) at full load.

Engine speed (rpm)	Ethanol contents		
	0	30%	40%
2200	12.09	11.25	11.03
1900	11.92	10.80	10.61
1600	10.86	10.11	9.71
1300	10.07	9.79	9.20
1000	10.48	9.81	9.53
Mean	11.08	10.35	10.02
Stoi. A/F	15.0	13.2	12.6
ϕ^*	1.35	1.27	1.26

Table 9. Mean values of the test results in the speed range of 1000 to 2200 rpm for the modified engine (5.0 CR).

Fuel	η_v^*		Torque		BSFC*		η_b^*	
	%	Index	kg·m	Index	g/Ps·hr	Index	%	Index
Kerosene	73.58	100	3.58	100	342.89	100	17.81	100
30%-Ethanol	77.86	106	4.12	115	338.20	99	20.49	115
40%-Ethanol	77.69	106	4.24	118	340.82	99	21.25	120

η_v : Volumetric efficiency.

BSFC : Brake specific fuel consumption.

η_b : Brake thermal efficiency (overall efficiency).

2) 體積效率

Table 9에서 보는 바와 같이 體積效率은 30%, 40% 에타놀 混合物의 경우 石油를 사용한 경우에 비하여 각각 5.8% 및 5.6% 增加하였다. 30% 및 40% 에타놀 混合物의 경우 體積效率이 거의 같은 값을 보인 것은 30% 에타놀 混合物에서 吸入空氣에 대한 에타놀의 冷却效果가 限界에 到達한 것으로 판단된다.

3) 엔진 토오크

Table 9에서 보는 바와 같이 엔진 토오크는 30%, 40%의 에타놀 混合物이 石油에 비하여 各各 15.1%, 18.4% 증가하였다. 에타놀 混合物과 에타놀 混合物 사이에 體積效率의 差異가 거의 없음에도 불구하고 30% 에타놀 混合物이 더 큰 엔진토오크를 나타낸 것은 에타놀혼합에 따른 混合燃料의 燃燒特性에 起因한 것으로 판단된다.

4) 燃料消耗率

Table 9에서 보는 바와 같이 에타놀 混合비에 관계없이 使用燃料間의 燃料消耗率의 差異는 거의 없었다.

5) 制動熱效率

Table 9에서와 같이 30% 및 40% 에타놀 混合物을 사용한 경우에 制動熱效率은 石油를 사용한 경우에 비하여 각각 15.0%, 19.5% 增加하였다.

다. 既存엔진과 壓縮비를 增加시킨 엔진間의 試驗結果의 比較

1) 體積效率

Table 7과 9를 比較하면 壓縮비를 增加시킨 엔진의 경우 既存엔진에 비하여 體積效率이 減少하였음을 알 수 있다. 이 體積效率의 감소는 다음과 같이 두 가지로 설명될 수 있다.⁽⁶⁾ 첫째, 壓縮비가 增加함에 따라 실린더內의 燃燒壓力이 커지더 따라서 燃燒室內의 殘留氣體의 壓力이 增加한다. 吸氣밸브가 열릴 때, 이 殘留氣體의 一部가 吸氣管 쪽으로 膨脹하여 逆流하며 이것은 吸入行程中 피스톤이 下降함에 따라 다시 실린더內로 流入된다. 둘째, 壓縮비가 增加함에 따라 실린더內의 溫度가 上昇한다. 混合氣와 加熱된 실린더壁 間의 溫度差가 增加함에 따라 吸入되는 混合氣가 더욱 加熱膨脹되어 體積效率이 減少하게 된다.

2) 엔진 토오크

石油를 使用하였을 때 엔진 토오크는 壓縮비를 增加시킨 엔진이 既存엔진에 비하여 약간 減少하였

다. 그러나 壓縮비를 增加시킨 엔진에 에타놀-石油 混合物을 使用하였을 때 엔진 토오크는 既存엔진에 石油를 使用하였을 때보다 顯著히 增加하였다.

3) 燃料消耗率

壓縮비를 增加시킨 엔진에 石油를 사용한 경우 燃料消耗率은 既存엔진의 경우에 비하여 多少 높았다. 그러나 에타놀-石油 混合物을 사용한 경우에는 에타놀의 混合비에 관계없이 燃料消耗率의 差異는 거의 없었다.

4) 制動熱效率

石油를 사용한 경우 制動熱效率은 壓縮비를 增加시킨 엔진의 경우 既存엔진에 비하여 약간 낮았다. 이것은 壓縮비의 增加와 더불어 熱效率이 增加한다는 理論과 符合하지 않는다. 이러한 熱效率의 減少는 壓縮비의 增加와 不充分한 실린더 헤드의 冷却으로 인하여 스파크 플러그와 같은 곳에 赤熱部分이 생겨 早期點火가 일어나기 때문인 것으로 解析된다.

그러나 壓縮비를 增加시킨 엔진에 에타놀-石油 混合物을 사용한 경우에는 既存엔진에 石油를 사용한 경우에 비하여 熱效率이 顯著히 上昇하였다. 이것은 混合燃料 中の 에타놀이 效果의인 内部冷却劑(internal coolant)로서 作用하여 엔진의 早期點火를 防止한 結果로서 解析된다.

4. 要約 및 結論

本 研究는 石油에너지의 節約과 엔진性能의 向上을 目的으로 에타놀-石油 混合物을 燃料로 使用하였을 때의 엔진性能을 實驗적으로 考察한 것이다. 供試엔진은 國產 定格 8馬力의 石油엔진(壓縮比=4.5:1)이며, 에타놀-石油 混合物의 既存 石油엔진에의 使用 可能性을 究明하기 위하여 石油와 5%, 10%, 20%의 에타놀 混合物을 燃料로 使用하였을 때의 엔진性能을 調査하였다. 또한 엔진性能의 向上에 대한 可能性을 究明하기 위하여 燃燒室 體積을 減少시킴으로써 壓縮비를 5.0:1로 增加시킨 엔진에 石油와 30%, 40% 에타놀 混合物을 使用하였을 때의 엔진性能을 調査하였다. 各各의 壓縮비와 使用燃料에 대하여 體積效率, 엔진토오크, 燃料消耗率을 測定하였으며, 測定된 燃料消耗率로부터 石油와 에타놀의 低位 燃燒熱을 利用하여 制動熱效率을 算出하였다.

本 研究에서 얻어진 結論을 要約하면 다음과 같다.

가. 既存 石油엔진의 性能(壓縮比=4.5:1)

- 1) 既存의 石油엔진에 에타놀-石油 混合物를 使用하였을 때 엔진 運轉狀態에는 異常이 없었다.
- 2) 混合物 中の 에타놀의 比率이 增加할수록 엔진의 體積效率이 向上되었다. 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物의 경우 石油를 使用했을 때에 비하여 體積效率이 各各 1.6%, 2.6%, 4.1% 增加하였다.
- 3) 엔진 토오크는 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物이 石油를 使用했을 때에 비하여 各各 5.2%, 9.3%, 11.5% 增加하였다. 에타놀-石油 混合物를 使用하였을 때의 엔진 토오크의 증가는 體積效率의 增加보다는 에타놀의 燃燒特性에 더욱 影響을 받는 것으로 나타났다.
- 4) 에타놀 混合比 20%까지는 에타놀의 混合比에 관계없이 燃料消耗率은 거의 같은 값을 나타냈다.
- 5) 制動熱效率은 石油를 使用하였을 때보다 5%, 10%, 20% 에타놀 混合物를 使用하였을 때 各各 0.3%, 3.8%, 6.8% 增加하였다.

나. 壓縮比를 增加시킨 엔진의 性能(壓縮比=5.0:1)

- 1) 石油를 使用한 경우 體積效率, 엔진 토오크, 制動熱效率은 既存엔진의 경우에 비하여 약간 減少하였다.
- 2) 엔진 토오크는 30%, 40% 에타놀 混合物를 使用한 경우 石油를 使用한 경우에 비하여 各各 15.1%, 18.4% 增加하였다.
- 3) 燃料消耗率은 에타놀 混合比에 關係없이 거의 같은 값을 나타냈다.
- 4) 制動熱效率은 30%, 40% 에타놀 混合物를 使用한 경우 石油를 使用한 경우에 비하여 各各 15.0%, 19.5% 增加하였다.

References

1. Bae, Y.H. 1982. Technical feasibility of alcohol-kerosene blends for kerosene engines. Unpublished M.S. thesis. Seoul National University.
2. Brinkman, N.D., N.E. Gallopoulos, and M.W.

- Jackson. 1975. Exhaust emissions, fuel economy, and driveability of vehicles fueled with ethanol-gasoline blends. SAE Trans. 750120.
3. Felt, A.E. and W.A. Steele, Jr. 1962. Combustion control in dual fuel engines. SAE Trans. 70 : 644-653.
4. Hagen, D.L. 1977. Methanol as a fuel: a review with bibliography. SAE Trans. 770792.
5. Hilden, D.L. and F.B. Parks. 1976. A single-cylinder engine study of methanol fuel -emphasis on organic emissions. SAE Trans. 760378.
6. Ingamells, J.C. and R.H. Lindquist. 1975. Methanol as a motor fuel or gasoline blending component. SAE Trans. 750123.
7. Most, W.J. and J.P. Longwell. 1975. Single-cylinder engine evaluation of methanol-Improved energy economy and reduced NO_x. SAE Paper No. 750119.
8. Obert, E.F. 1968. Internal combustion engines. 3rd edition. International Textbook Company. Pennsylvania.
9. Raible, C.J. and F.W. Cox. 1979. Chromatographic methods of analysis for methanol and ethanol in automotive exhaust. SAE Trans. 790690.
9. Rotz, C.A., J.M. Cruz, R.H. Wilkinson, and B.A. Stout. Alcohol fueled engines. ASAE Paper No. TSR 80-005.
11. Taylor, C.F. 1979. The internal combustion engines in theory and practice. Vol. II. The M.I.T. Press. Massachusetts.
12. Wagner, T.O., D.S. Gray, B.Y. Zarah, and A.A. Kozinski. 1979. Practicality of alcohol as motor fuel. SAE Trans. 790429.
13. Wigg, E.E. and R.S. Lunt. 1974. Methanol as a gasoline extender-fuel economy, emissions, and high temperature driveability. SAE Trans. 741008.
14. Wrage, K.E. and C.E. Georing. Technical feasibility of diesohol. ASAE Paper No. 79-1052.