

〈기술논문〉

## 메탄올-가솔린 혼합연료가 엔진성과 배출물저감에 미치는 영향

조 행 목<sup>\*1)</sup> · 이 창 식<sup>2)</sup>

국립천안공업대학 자동차공학과<sup>1)</sup> · 한양대학교 기계공학부<sup>2)</sup>

### Effect of Methanol-Gasoline Blended Fuel on Engine Performance and Reduction of Exhaust Emissions

Haengmuk Cho<sup>\*1)</sup> · Chang Sik Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Automotive Engineering, Cheonan College, Cheonan-City 330-717, Korea

<sup>2)</sup>Department of Mechanical Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

(Received 29 May 2003 / Accepted 4 December 2003)

**Abstract** : This paper presents the effect of methanol blended fuel on the engine performance and the reduction of exhaust emissions. In this work, the combustion effects of methanol blended fuel in the engine was investigated for the conditions of three kinds of mixing ratios. Based on the experimental results, the output characteristics of the engine show the improvement of output performance due to the blended fuel of methanol. Also, the unburned hydrocarbon and carbon monoxide emissions are decreased in accordance with the increase of methanol blended ratio.

**Key words** : Output performance(출력특성), Methanol blended fuel(메탄올 혼합 연료), Fuel consumption(연료소비율), Exhaust emissions(배출가스)

## 1. 서론

지금까지 사용되고 있는 화석연료의 고갈에 대체하기 위한 대체연료의 일환으로 대체연료이면서 환경보존 측면에서 배출가스 중 유해가스를 저감시킬 수 있는 알콜 연료의 연소 및 배기특성에 관한 연구가 여러 연구자들에 의하여 이루어지고 있다.<sup>1-3)</sup>

특히, 합산소 연료인 메탄올은 가연범위가 넓고 희박조건에서 연소가 비교적 용이하며 옥탄가를 높게 할 수 있는 장점이 있다. 또한 연료의 증발 잠열이 커서 연소 온도를 낮출 수 있고 출력을 크게 저하시키지 않고 질소 산화물 농도를 저감시킬 수 있는 특징이 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 메탄올 · 가솔린

혼합연료의 적용에 따른 엔진 성능과 배출물 특성을 실험하여 엔진 축토크, 축출력, 연료소비율 및 CO 및 HC 배출특성을 가솔린 연료의 경우와 비교하여 그 성능 특성을 평가하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 실험장치

본 실험에서 사용한 엔진은 4사이클 수냉식, 4실린더 엔진으로 그 주요 제원은 Table 1과 같다. 기관 연소 성능 및 배출물 특성에 미치는 메탄올 혼합 연료가 축출력 및 배출물 특성에 영향을 분석하기 위하여 가솔린에 메탄올 연료를 혼합하여 메탄올 혼합 비율은 0(M0), 15(M15), 30(M30)%의 3가지 경우에 대하여 실험하였다.

\*To whom correspondence should be addressed.  
hmcho@cnc.ac.kr

Table 1 Specification of test engine

Type	4 stroke 4 cylinder engine
Bore × Stroke(mm)	76.5×81.5
Compression	9.1:1
Displacement(cc)	1498
Max. torque(N · m)	130/3500
Idle speed(rpm)	750 ~ 850
Ignition timing	BTDC 5°

Fig. 1은 본 연구에서 사용한 실험장치의 개략도를 나타낸 것이다.

엔진의 흡입공기량을 측정하기 위하여 전자식 흡입유량계를 설치하고 피스톤의 왕복운동에 의한 흡입공기의 맥동류를 감쇄시키고, 흡입공기를 안정시키기 위하여 흡입 서지탱크를 설치하였다. 연료는 전자제어식 연료 펌프 및 공급 장치를 설치하였고 연료소비율은 질량유량식 연료소비율계를 사용하였다.

기관 회전속도는 1000~5000rpm까지 회전속도 범위에서 실험하였다. 점화시기는 연료의 혼합비율에 따라 변하므로 별도로 전자제어식 배전기를 제작하여 사용하였으며, 기관의 동력 측정은 와전류식 전기동력계(150kW)를 사용하여 측정하였다.

## 2.2 실험방법

기관회전속도는 1000~5000rpm까지 1000rpm 구간으로 변화시키면서 각각의 실험 조건에 따라 흡입온도, 흡입공기량, 연료소비량 등을 측정하여 부분부하시의 토크 및 출력을 구하였다.

본 연구에서는 냉각수의 온도를 정상온도 90°C가 되도록 워밍업한 후 기관성능에 영향을 미치는 점화시기와 메탄올 연료 혼합 비율을 변화시키면서 기관의 축 토크, 연료소비량을 측정하였으며, 이 데이터로부터 엔진출력, 제동연료소비율, 평균유효압력, 제동열효율 등을 분석하였다. 이 때 실험은 부분부하 상태에서 수행하였다.

또한 메탄올 혼합율에 따른 연소 배출물 중의 HC 배출농도와 CO 배출물 저감 특성을 구하여 가솔린의 경우와 비교하였다.

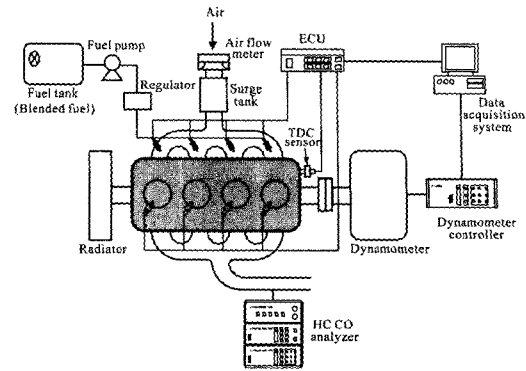


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

## 3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 2는 가솔린 전용 기관의 토크 특성을 점화시기 변화( $\theta_{ign}$ )에 대하여 비교한 것이다. 이 선도에서 보는 바와 같이 기관의 축토크는 BTDC 5°일 때가 가장 크고 점차로 점화시기를 지연시키에 따라 축토크 성능은 대체로 저하하는 경향을 나타내었다.

Fig. 3은 메탄올 혼합비율을 15%혼합하였을 경우 축출력값을 점화시기에 대하여 비교한 것이다. 이 선도에서 보는 바와 같이 메탄올 혼합 연료 15%을 혼합하였을 경우 BTDC 3°일 때 출력 성능이 가장 높게 나타났다.

Fig. 4는 메탄올 혼합비율이 30%인 경우에는 BTDC 2°인 경우가 비교적 토크 특성이 높게 나타났으며, 이러한 결과는 혼합 비율이 증가하면 연소말의 압축압력이 저하하여<sup>8)</sup> 착화시기가 가솔린만을

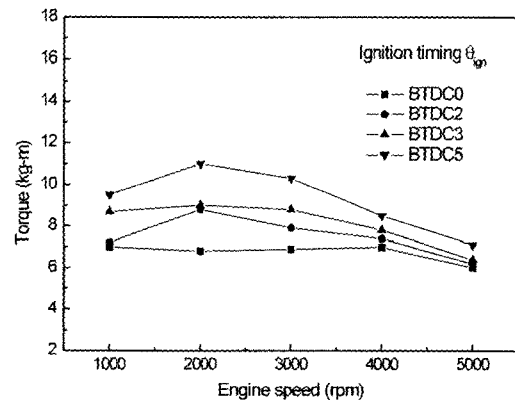


Fig. 2 Effect of ignition timing on the engine torque and speed at 0% of blended ratio of methanol

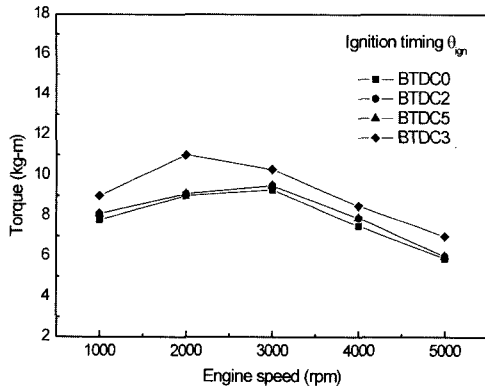


Fig. 3 Effect of ignition timing on the engine torque at 15% blended ratio of methanol

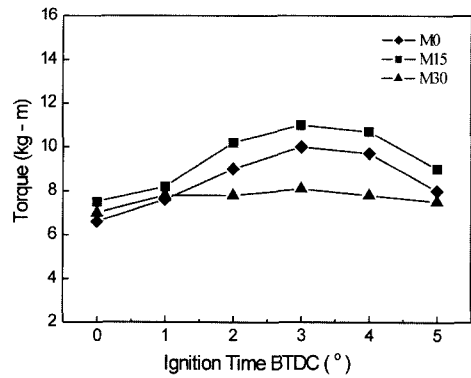


Fig. 5 Effect of mixing ratio of methanol on the engine torque at 2200 rpm

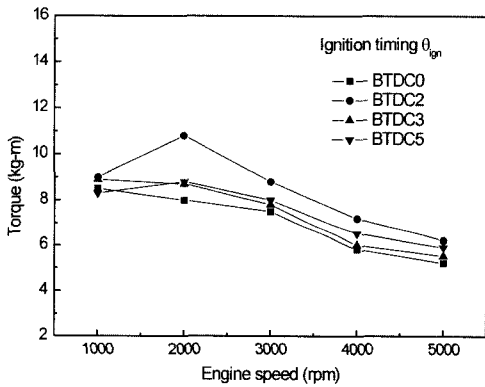


Fig. 4 Effect of ignition timing on the engine torque at 30% blended ratio of methanol

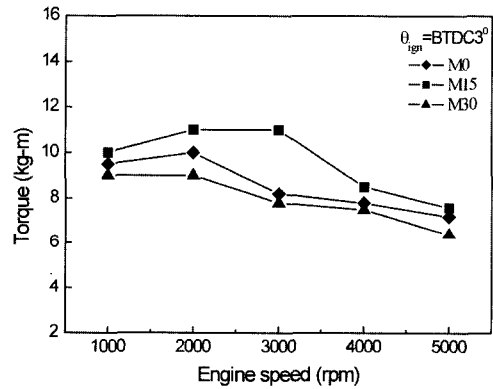


Fig. 6 Effect of mixing ratio of methanol on the engine torque at BTDC 3° of injection timing

사용하였을 경우보다 지연되는 시점에서 최고 토크가 발생함을 알 수 있었다.

본 논문에서도 Fig. 2 및 Fig. 3에서는 가솔린 및 M15의 경우 2200rpm에서 최대 토크를 나타내고, Fig. 4는 메탄올 혼합비율은 30%까지 증가시켜 실험한 결과를 나타낸 것으로 이 경우 BTDC 2°에서 최고출력이 나타났다.

선도에서 볼 수 있듯이  $\theta_{ign}$ 는 점화시기이고 BTDC는 상사점 전을 의미한다.

Fig. 5는 점화시기에 따른 엔진토크 특성을 나타낸 것으로 순수가솔린 연료를 사용하였을 경우 기관 회전속도 2200rpm일 때 BTDC 5°에서 가장 좋은 효과를 얻을 수 있었다.

Fig. 6은 BTDC 3°에 고정시키고 각 혼합비율에 따른 출력값을 비교 분석한 결과이다. 그림에서 볼

수 있듯이 메탄올 비율을 15% 혼합하였을 경우 다른 연료보다 출력값이 3000rpm에서 현저하게 상승함을 알 수 있었다.

메탄올 30%의 경우 특히, 3000rpm에서 출력이 떨어지는 이유는 메탄올 혼합량이 증가하여 기화잠열이 가솔린보다 증가하기 때문에 출력 토크 성능이 저하함을 알 수 있다. 이것은 단위질량당 가솔린과 메탄올의 증발잠열을 비교하여 메탄올의 증발량이 가솔린의 약 3.7배이므로 성능이 가솔린보다 저하함을 알 수 있다.

Fig. 7은 점화시기가 BTDC 3°일 경우 기관의 축출력을 구하여 혼합비율에 따라 비교한 것이다. 이 선도에서 보는 바와 같이 M15가 축출력이 가장 큰 것으로 나타났다. 이러한 경향은 축토크의 성능 특성과 같은 결과이다. 이 선도에서 보는 바와 같이

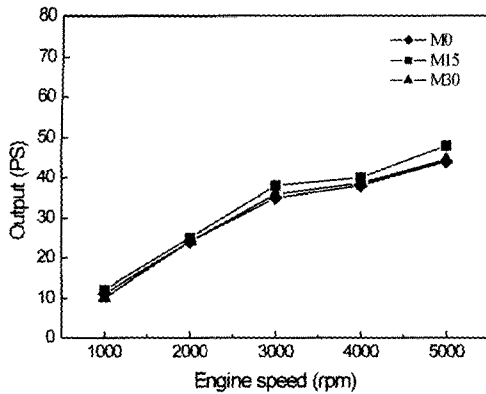


Fig. 7 Effect of mixing ratio methanol on the engine output

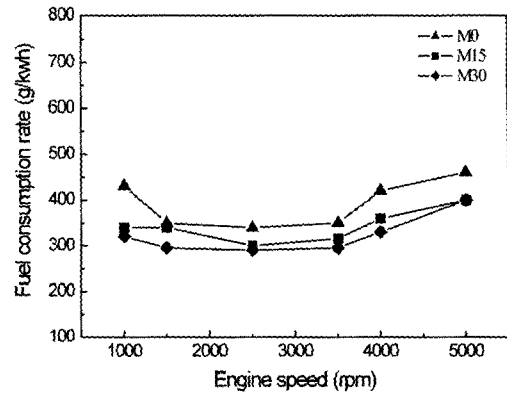


Fig. 9 Effect of mixing ratio on the fuel consumption rate

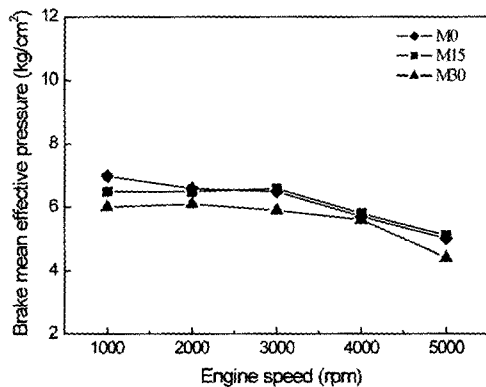


Fig. 8 Effect of mixing ratio on the brake mean effective pressure

M15의 경우가 출력특성이 다소 개선되고 있는데 이것은 동일한 조건의 경우 메탄올의 기화 잠열이 작용하여 흡기 온도를 저하시켜 실린더 내의 충전 효과를 크게 하기 때문인 것으로 사료되며, M30의 경우는 메탄올 혼합량이 과다하여 출력 특성을 오히려 저하시키는 작용이 크기 때문인 것으로 사료된다.

Fig. 8은 가솔린과 메탄올 혼합에 따른 엔진 회전속도와 제동평균유효압력과 관계를 나타낸 것으로서 기관의 회전속도 증가에 따라 저하하는 경향을 보였으며, 특히 3000rpm 이상의 회전 속도에서 평균유효압력의 저하가 비교적 큰 것으로 나타났다.

Fig. 9는 연료소비율을 나타낸 것으로서 2500rpm 부근에서 연료소비율은 최소가 되었다. 한편 가솔린과 메탄올 혼합연료의 연료소비율 특성을 살펴보

면 메탄올의 발열량이 가솔린의 약 1/2.2이고, 또한 이론적인 공연비가 6.45 : 1로 가솔린보다 작으므로 메탄올 혼합율이 커짐에 따라 연료소비율은 증가하는 것으로 볼 수 있다.

### 3.1 배출가스 특성

Fig. 10은 메탄올 혼합에 따른 탄화수소의 배출농도를 비교한 것으로서 메탄올은 가솔린에 비하여 합산소 연료이므로 HC 배출농도는 가솔린에 비하여 현저하게 저감되는 효과를 나타냈다.

Fig. 11은 일산화탄소의 배출농도에 대한 비교로서 메탄올 혼합연료를 사용하였을 경우가 현저하게 일산화탄소농도가 저감됨을 알 수 있다. 앞에서 지적한 바와 같이 메탄올은 본질적으로 탄소량이 적고, 합산소 연료이므로 M0에 비하여 CO 배출량을 현저하게 저감시키는 효과를 나타내었다.

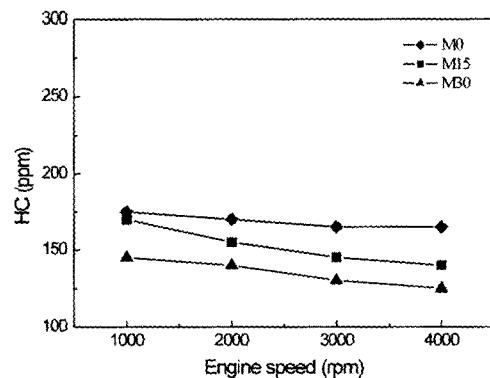


Fig. 10 Effect of methanol blended fuel on HC concentration

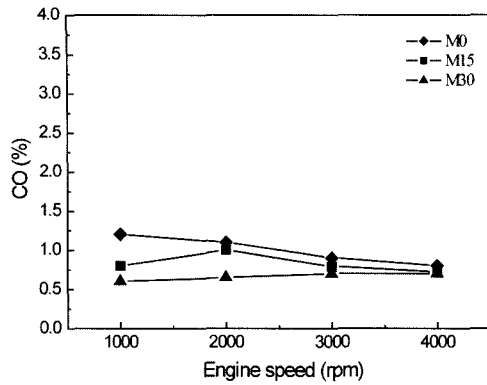


Fig. 11 Effect of methanol blended fuel on CO concentration

#### 4. 결론

메탄올을 혼합한 가솔린 연료(메탄올 혼합율 0, 15, 30%)를 SI 엔진에 적용한 경우의 기관의 축 출력 성능 특성과 배출가스 중 CO, HC 배출농도 저감 특성을 실험한 결과로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 가솔린과 메탄올 혼합연료를 실험한 결과 메탄올 혼합비율 15%의 경우가 축 출력 성능이 가장 향상되는 결과를 얻을 수 있었다.
- 2) 배출가스 중 일산화탄소 배출농도를 비교한 결과 메탄올 연료가 가솔린 연료보다 현저하게 저감되는 효과를 얻었다.
- 3) 배출가스 중 미연탄화수소의 배출농도는 메탄올 혼합연료가 가솔린 혼합연료보다 현저하게 저감되는 결과를 나타내었으며 메탄올 30%의 경우가 가장 효과적이었다.

#### References

- 1) B. He, J.-X. Wang, X. Yan, Xintian, H. Chen "Study on Combustion and Emission Characteristics of Diesel Engines Using Ethanol Blend Diesel engines Using Ethanol Blended Diesel Fuels," SAE 2003-01-0762, 2003.
- 2) J. Y. Lee, "A Study on the Blend Fuel Properties and Engine Characteristics," Inha University, Ph.D., 1985.
- 3) H. B. Mathur, M. K. Gajendra, K. Subba Reddy, "Combustion and Exhaustemission Characteristics of a Methanol Fueled SI Engine Fifth International Alcohol Fuel Technology," Vol.12, No.3, pp.2-93, 1982.
- 4) P. J. Flynn, M. T. Ityokumbul, A. L. Boehman, Preliminary Investigation on the Viability of 1,3-dioxoane as an Alternative to MTBE in Reformulated Gasoline, SAE 2001 - 01 - 3683, 2001.
- 5) C. D. Westbrook, F. S. Dryer, "Prediction of Saminar Flame of Methanol-Air Mixtures," Comb. and Flame.37. pp.171-192, 1995.
- 6) M. H. Kim, "Methanol Fuel Technology," KSAE Special, Part1, pp.18- 28. 1998.
- 7) H. M. Cho, C. S. Lee, "A Study on Combution and Emission Characteristics of the Methanol Blended Fuel in SI Engine," KSAE Conference, pp.446-473, 2003.
- 8) J. Hideyoshi, "A Study on the Alcohol and Diesel Combustion," JSAE(B), p.2136, 1983.