

## 옥탄가 차이가 연소특성 및 차량 성능에 미치는 영향 연구

노경하\*<sup>†</sup> · 김정환\* · 이민호\* · 김기호\*

\*한국석유관리원 석유기술연구소

(2016년 8월 8일 접수, 2016년 9월 6일 수정, 2016년 9월 19일 채택)

### A study on the effect of Octane-Number on combustion characteristics and vehicle performance

Noh Kyeong-ha\*<sup>†</sup>, Kim Jung-hwan\*, Lee Min-ho\*, Kim Ki-ho\*

\*Research Institute of Petroleum Technology, Korea Petroleum Quality & Distribution Authority

(Received 8 August 2016, Revised 6 September 2016, Accepted 19 September 2016)

#### 요 약

본 연구에서는 옥탄가에 따른 연소특성 및 차량 성능에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 옥탄가 차이가 있는 두 연료를 선정하여 연소특성 및 배출가스, 연비, 가속성 실험을 수행하였다. 우선, 연소특성 실험을 위해 단기통 엔진을 사용하였으며, 시중에 유통되는 연료 중 옥탄가가 다른 두 연료를 선정하여 수행하였다. 단기통 실험은 각 연료에 맞는 점화시기 및 공연비제어를 통해 점화시기를 점차 진각 시켰을 때 나타나는 연소 특성을 살펴보았으며, 그에 따른 출력 및 배출가스, 연소압력 등을 통해 옥탄가에 의한 연소 상관성을 살펴보았다. 또한, 실제 차량을 통해 옥탄가 차이에 대한 연비 변화를 비교해 보았으며, 가속성 시험을 통해 고성능 요구 구간에 대한 옥탄가의 영향성을 살펴보았다.

그 결과 점화시기를 진각시킴에 따라 높은 옥탄가의 연료가 다소 안정된 연소특성을 보여주었으며, 가속성, 출력 시험에서는 약간의 증가를 보였다. 그러나 두 연료 모두 도심 및 고속도로를 모사한 현행 연비모드에서 큰 차이를 보이지 않음에 따라 현재 판매되고 있는 차량의 운행 조건에서는 고옥탄가 연료가 연비에 미치는 영향은 미미한 것으로 나타났다.

**주요어** : 휘발유, 점화시기, 옥탄가, 연비, 가속성

**Abstract** - This study examined the combustion characteristics and emissions, fuel economy, acceleration by selecting the two fuel with octane number difference to investigate the effect on the combustion characteristics and performance of the vehicle according to the octane number. First, a single-cylinder engine was used for the combustion characteristic experiment, Of the fuel, which is distributed on the market by the selection of two different octane fuel it is performed experiments. Single cylinder experiment examined the combustion characteristics that appear when you gradually advancing the ignition timing by the ignition timing and air-fuel ratio control for each fuel and through an output, emissions, pressure, hence examined the correlation between by octane number. In addition through the actual vehicle compared the changes in the fuel octane number difference, through acceleration tests examined the impact of the octane number requirements for high-performance segment.

As a result, fuel of high octane number in accordance with the ignition timing the advancing showed a slightly stable combustion characteristics, a slight increase occurred in the acceleration test and power. However, both fuel does not significantly differ from the current mode, simulating the urban and highway fuel efficiency. Therefore, the operating conditions of the vehicle currently being sold on the Effects of high-octane fuel. fuel efficiency was found insufficient.

**Key words** : gasoline, ignition timing, octane number, fuel economy, acceleration

<sup>†</sup>To whom corresponding should be addressed.

Tel : 043-240-7957 E-mail : nokyha@kpetro.or.kr

## 1. 서론

국내 고급차량과 수입차량의 판매 증가로 고옥탄가에 대한 관심은 지속적으로 늘어나고 있다. 이는 차량의 성능 개선과 영향이 깊는데, 성능 개선을 위하여 고압축비 등 다양한 기술이 적용되고 있으나 고압축비로 엔진 설계 시 점화 전 폭발이 일어나는 노킹 현상이 발생함에 따라 연료의 안티 노크성을 높일 수 있는 고옥탄가 휘발유를 권장하는 차량들이 늘어났기 때문이다.<sup>1)</sup> 고급차량에 권장되는 연료의 옥탄가는 94 이상의 휘발유를 말하는데 실제로 높은 옥탄가 사용이 고급차량 또는 일반차량에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 아직 연구가 미비한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 옥탄가 차이가 있는 연료와 권장 옥탄가가 다른 두 차량을 선정하여 엔진 및 차량의 성능, 연소특성을 살펴보았다. 실험은 단기통엔진을 통해 연소 시 점화시기를 변경해 가며 성능 및 배출가스 변화를 평가하였으며, 이를 통해 각 연료에 대한 엔진에서의 연소특성을 살펴보았다. 또한, 차대동력계를 이용하여 옥탄가 차이에 따른 연비 및 가속성을 살펴봄으로써 실제 차량에 대한 분석을 통해 옥탄가에 따른 연비 및 성능변화를 살펴보고자 하였다.

## 2. 이론적고찰

옥탄가는 자동차용 휘발유 연료 품질을 평가할 때 중요한 항목 중 하나이며 휘발유의 안티 노크성을 평가하는 기준이다. 안티노크성이란 가솔린 엔진 내에서 휘발유가 연소할 때 일어나는 노킹 현상을 억제하는 성질이며, 노킹은 엔진의 구조에 따라 좌우되기도 하지만 안티 노크성은 휘발유 고유의 성질이라 할 수 있다. 옥탄가의 측정 방법은 리서치법과 모터법으로 측정되고 있으며, 현재 국내에서는 리서치법을 이용하여 저속 주행 시 기관 온도가 낮은 조건에서 평가하고 있다.

옥탄가는 엔진 설계 시 노킹 발생의 주요 원인을 따져 기관에서 필요로 하는 옥탄가에 맞춰 엔진 맵핑을 하게 되는데, 이는 연료의 옥탄가가 기관의 필요 옥탄가 보다 높게 되면 노킹은 발생되지 않기 때문이다. 기관의 필요 옥탄가에 대한 인자를 살펴보게 되면 우선 압축비를 들 수 있다. 기관의 압축비가 높아지게 되면 엔진 내부의 온도가 너무 높아져 점화플러그가 연료를 폭발시키기 전에 자연 발화되어 노킹을 일으킨다. 따라서 이러한 자연발화를 줄이는 방법으로 단열 압축 시에도 점화가 일어나

지 않는 연료를 사용하는 것이다. 따라서 고성능을 추구하는 고압축 엔진에서는 필요 옥탄가가 높아지게 된다. 또 다른 요인으로는 공연비를 들 수 있다. 일반적으로 기관의 필요 옥탄가의 최대값은 공연비가 무게비로 약 14.5:1일 때이다. 혼합기가 농후해 지거나 희박해지면 기관의 필요 옥탄가는 최대값을 기준으로 할 때 감소하는 경향을 나타내게 되지만 혼합기가 과농 또는 과박하게 되면 출력이크게 감소하게 된다. 그 외 연소실의 형상, 온도제어 시스템, 점화시기 등이 기관의 필요 옥탄가에 영향을 미치게 되는데 점화시기의 경우 현재는 노킹이 발생하게 되면 노크 제어 시스템이 점화시기를 단계적으로 낮추어 노킹을 허용수준 이하로 감소시켜 주고 있다. 그러나 사용 연료의 옥탄가가 기관설계 수준보다 아주 낮다면 노크가 발생하는 점화시기는 현저하게 낮아져 기관의 성능이 저하되고 연료 소모량은 상승하게 된다. 그러므로 기관의 요구 옥탄가보다 낮은 옥탄가를 갖는 연료를 사용하게 되면 차량 손상, 연비 악화 등과 같은 문제를 유발할 수 있다.<sup>2)</sup>

## 3. 실험장치

### 3-1. 실험연료

실험에 사용된 연료는 Table 1과 같으며, 시중에 유통되고 있는 연료 중 옥탄가 차이를 보이는 두 연료를 선정하였다. 물성은 「석유 및 석유대체연료 사업법」 자동차용 휘발유의 품질기준에 따라 측정 하였으며, 옥탄가의 경우 리서치법(ASTM D 2699)을 사용하였고 두 연료 중 상대적으로 낮은 옥탄가를 가지는 연료를 Fuel A, 높은 옥탄가를 가지는 연료를 Fuel B로 표현하였다. 시험에 사용된 연료의 물성데이터를 살펴보면 두 연료는 옥탄가 외에 물성 차이가 거의 나타나지 않았다. 또한, 단기통 엔진 실험에서 연료에 따른 이론공연비를 찾기 위하여 성분분석 결과를 통해 수소, 황, 탄소, 산소, 수분함량을 이용하여 계산하였으며, 각 연료의 램다 제어는 광대역 램다미터에 이론공연비를 입력하여 각 연료에 맞는 이론공연비 제어를 수행하였다.

### 3-2. 단기통 엔진 시스템

Fig. 1은 연료에 대한 성능 및 배출가스 평가를 위하여 사용한 단기통엔진 시스템의 개략도 이다. 본 연구에 사용된 AVL사의 단기통 엔진동력계는 교류동력계로 모터에 의한 회전수 제어를 통해 최대 8,000 rpm까지 회전수 제어가 가능하며, 토크미터를 통해 최대 190Nm의 토크

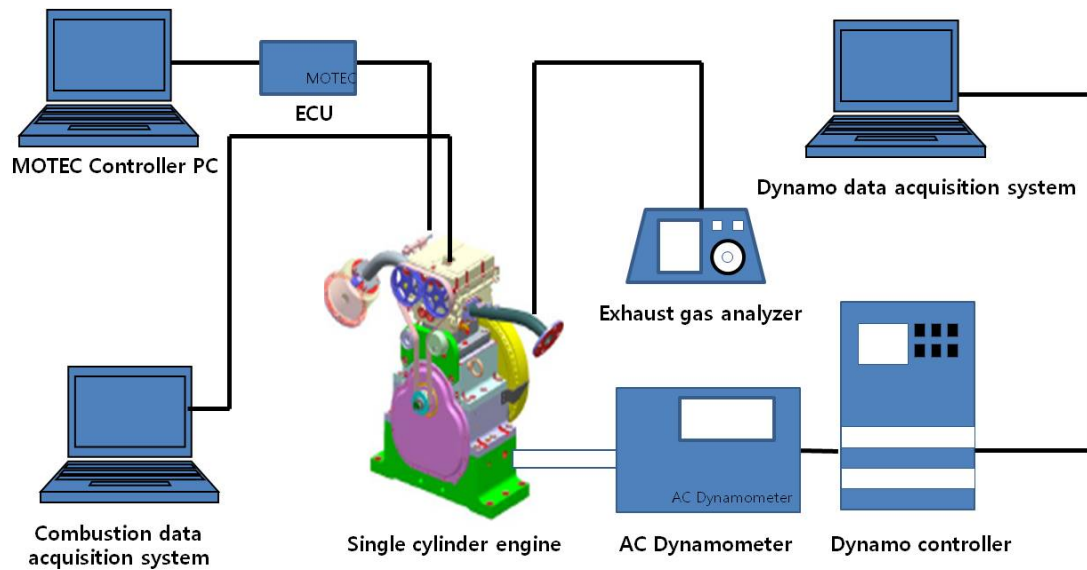


Fig. 1. Single cylinder engine system

Table 1. Test fuel and properties

		Fuel A	Fuel B	Test Method
<b>Octan number</b>		92	100	KS M 2039
<b>Distillation characteristics</b>	<b>Initial bolling point(℃)</b>	39	35	KS M ISO 3405
	<b>10% (℃)</b>	51	57	
	<b>50% (℃)</b>	84	100	
	<b>90% (℃)</b>	154	135	
	<b>End point(℃)</b>	188	189	
<b>Vapor pressure(37.8℃,kPa)</b>		63	56	KS M ISO 3007
<b>Elemental Analysis (무계%)</b>	<b>Carbon</b>	84.6	85.0	ASTM D 5291
	<b>Hydrogen</b>	14.0	13.2	
	<b>Oxygen</b>	1.4	1.8	KS M 2408
<b>Heating value(MJ/kg)</b>		30.811	30.875	KS M 2057

Table 2. Engine dynamometer specifications

<b>Dynamometer</b>	Max Torque	190 Nm
	Max speed	8,000 rpm
	Torque respnse 0 to 100%	10ms
	accuracy	±0.2% of 190Nm
<b>Coolant circuit</b>	Filling quantity	6L
	Coolant temperatur flow	20~25℃
	Temperatur increase	5℃
	Flow rate total	10 L/min

**Table 3.** Engine specifications

<b>Specifications</b>	Displacement		499
	Bore × Stroke(mm)		86×86
	Compression ratio		10.6 : 1
	Intake type		NA
<b>Valve Train</b>	Valve Angle	Intake	26°
		Exhaust	21°
	Valve Train Type		DOHC
<b>Valve Lift</b>	Intake		8.7
	Exhaust		8.2

**Table 4.** Exhaust analyzer specifications

Model	MEXA-554JK	
<b>Range</b>	CO (Vol%)	0.00~10.00
	HC (ppm)	0.00~10.000
	CO <sub>2</sub> (Vol%)	0.00~20.00
	O <sub>2</sub> (Vol%)	0.00~25.00
	AFR	10.0~30.0
	LAMBDA	0.5~2.5
<b>Accuracy</b>	CO (Vol%)	±0.06
	HC (ppmC)	±12
	CO <sub>2</sub> (Vol%)	±0.5
	O <sub>2</sub> (Vol%)	0.4 이내(0~10.00%±vol) 1.0 이내(10.0~25.00%±vol)
<b>Principle of measurement</b>	CO/HC/CO <sub>2</sub>	Non-dispersive infrared rays
	O <sub>2</sub>	Chemical type
<b>Response</b>	90% response within 10sec	

측정이 가능한 동력계이다. 부가장비로는 냉각수 및 오일 온도가 제어되는 시스템을 갖추었으며, 전자식스로틀 제어 시스템과 온도, 압력측정이 가능한 센서로 구성되어 있다. 또한, 연소해석을 위하여 DEWETRON사의 연소해석기를 사용하였으며, 압축압력센서, 스로틀각센서를 통해 IMEP, BMEP, COV\_imep 등 연소해석에 필요한 데이터를 취득하였다. 엔진동력계에 대한 상세 제원은 Table 2와 같으며, 본 연구에서 사용된 엔진은 기초 연구단계에서 주로 사용되는 가가소엔진사의 단기통엔진을 사용하였다. 본 연구에서 사용된 단기통엔진 연료분

사 방식은 간접분사 방식을 사용하였고, 기존 2000cc다기통엔진과는 다르게 하나의 실린더로 구성되어 있다. 실린더 하나로 구성됨에 따라 499cc의 배기량을 가지며, 엔진제어를 통해 다기통에서 구현되기 전 연소형태, 연소상태, 연료분사량, 점화시기 등 다양한 제어 수행을 통해 적용성 및 기타 여러 연구에서 활발히 사용되는 엔진으로 상세 제원은 Table 3과 같다. 이러한 시스템을 통해 본 연구에서는 연료 적용성 실험을 실시하였으며, 옥탄가에 따른 효율성을 살펴보고자 하였다. 본 연구에서는 엔진의 제어를 위해 MOTEC사의 ECU를 이용하였으며,

MOTEC사에서 제공하는 프로그램을 통해 점화시기, 분사량 등 연구에 필요한 엔진제어를 수행하였다. 또한, 각 연료의 적용성 테스트를 위한 공연비 제어에는 광대역 공연비 센서(ETAS Lambda Meter LA4)를 사용하였으며, 이때 엔진에서 나오는 배출가스는 연소실 후단에 Probe를 설치하여 Raw gas를 채취함으로써 질소산화물(NOx), 일산화탄소(CO), 미연탄화수소(HC), 이산화탄소(CO2) 등의 배출량을 측정하였다. 분석기의 정밀도 및 분석원리에 대한 상세제원은 Table 4와 같다.

### 3-4. 차대동력계 시스템

차대동력계 시스템은 자동차를 실제 도로 조건과 동일하게 부하를 제어하기 위한 동력계와 자동차 배출가스를 일정하게 채취하는 시료채취 장치, 배출가스 분석기 등으로 구성되어 있으며, 국내 3.5톤 미만 소형자동차의 연비 및 배출가스를 측정하기 위한 장비로 차대동력계의 개략도는 Fig. 2와 같다. 본 연구에 사용된 차대동력계 시스템은 교류동력계로써 관성중량, 동력 흡수계, 제어기로 구성되어 있다. 또한, 차대동력계 배출가스 시스템은 시험차량이 차대동력계 롤러 위에서 각 모드별 주행 시

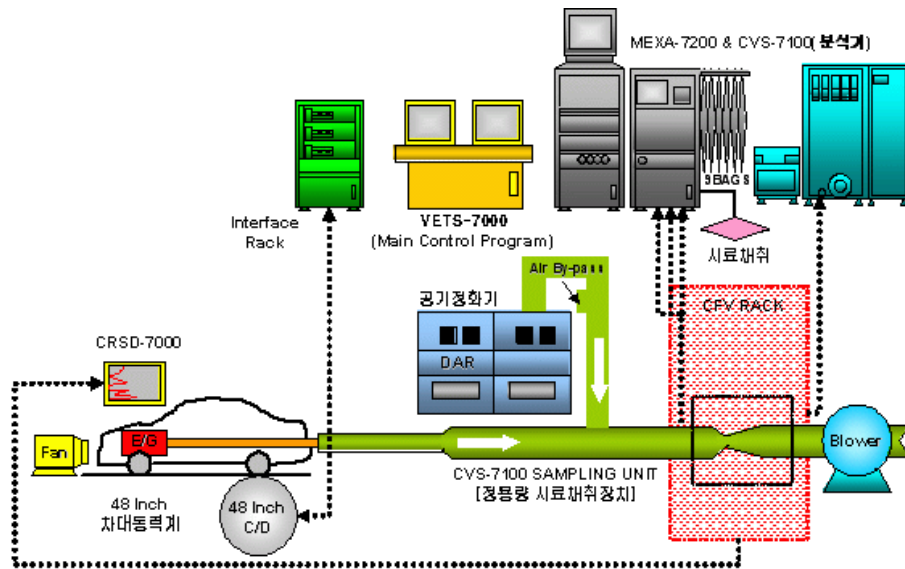


Fig. 2. Chassis dynamometer system

Table 5. Exhaust analyzer specifications for chassis dynamometer system

Model	MEXA-7200LE	
Range	CO (ppm)	0 ~ 50/100/1000/2500
	CO2 (Vol%)	0 ~ 1/2/3/6
	THC (ppmC)	0 ~ 10/50/100/500
	CH4 (ppm)	0 ~ 10/20/50
	NOx (ppm)	0 ~ 10/50/100/500
Principle of measurement	CO/CO2	Non-dispersive infrared rays
	THC	Heated Flame Ionization Detector
	CH4	Gas Chromatography-FID
	NOx	Chemiluminescence Detector
Venturi size	15, 30, 45 m <sup>3</sup> /min	
Linearity	Within 2% in each of the divided calibration point	

Table 6. Vehicle Specifications

Vehicle Specifications	Veh A	Veh B
Engine Type	Theta Engine	L4 2.0
Displacement	1,998cc	1,997cc
Fuel economy	11.9km/L	13.4km/L
Recommended octane	none	95 or more

배기관으로부터 배출되는 가스를 정용량 시료채취장치(CVS, Constant Volume Sampler)에 일정량의 공기를 희석한 후, 시료 채취 백에 채취하여 배출가스를 정량분석 하는 시스템으로 자동차의 배출가스 중 CO, THC, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>를 분석하였다. CO 및 CO<sub>2</sub>는 비분산적 외선분석법을 사용하며, THC는 열식불꽃이온화검출기법, NO<sub>x</sub>는 화학발광법, CH<sub>4</sub>는 CG-FID를 이용한다. 상세 제원은 Table 5 와 같다.

### 3-5. 시험차량

시험에 사용된 차량은 보통휘발유 권장차량인 Veh A 와 고옥탄가(95이상) 권장 차량인 Veh B를 선정하였으며, 상세제원은 Table 6에 나타내었다. Veh B의 경우 차량 메뉴얼 상에서 옥탄가 95 이상의 고옥탄가를 요구하였으며, 실제 고옥탄가 주유 시 차량에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 실험에 사용된 차량은 배출가스 보증 기간 이내이며, 누적주행거리 3,000km 이상 30,000km 이하의 운행차를 선정하여 실험 결과의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

## 4. 실험방법

### 4-1. 점화시기 특성(MBT:Max Brake Torque특성)

실험은 옥탄가 변화에 따른 엔진의 성능변화를 확인하기 위하여 정차 후 가속 시 주로 사용되는 저속(1400rpm) 중부하(2/4 load)로 실험을 실시하였다. 각 연료의 물성 차이로 인해 달라지는 이론공연비는 앞서 언급한바와 같이 광대역 공연비 센서에 인식시켜 사용하였다. 안정된 엔진상태에서 연료량을 이론 공연비로 고정시켜 점화시기를 조정하였으며, 점화 시기는 BTDC 0°~BTDC 65°까지 변화시켜가며 수행하였다. 또한, 각 연료별 연소상태를 확인하기 위하여 실린더 상부에 연소압센서(KIESLER)를 장착하여 연소해석기(DEWETRON DEWE1020)를 통해 도시평균유효압력의 변동계수(COV<sub>imep</sub>: Coefficient of variation\_indicated mean effective pressur)를

동시에 평가하였다.

### 4-2. 차량 연비 및 가속성

차량에서의 연비 측정을 위하여 「자동차의 에너지소비효율, 온실가스 배출량 및 연료소비율 시험방법 등에 관한 고시」에 맞춰 실제 현행 연비 시험과 동일하게 수행하였다. 기존 사용 연료를 완전히 제거하기 위하여 연료 교체 후 100km 이상 실 도로를 주행하여 잔여 연료에 의한 영향을 최소화하였으며, 시험모드는 도심주행모드(FTP-75)와 고속도로주행모드(HWFET)를 주행하였다. 도심주행모드인 FTP-75는 연비를 측정하기 위하여 미국 LA 지역 아침 시간의 도로여건과 운전상황을 고려하여 1975년에 개발된 주행 모드로 총 3개의 Phase로 구성된 모드이며, 고속도로주행모드인 HWFET는 고속도로의 주행 상황에 맞추어 미국 EPA에서 개발된 시험 모드로서 차량이 예열된 상태로 고속 주행할 때의 연비를 측정하기 위해 개발된 모드로 현행 국내 연비시험 모드이다.

가속성 시험의 경우 규정된 시험모드가 없음에 따라 동일한 조건으로 실험을 실시하기 위하여 가속성 시험 전 차량을 차대동력계에서 EUDC모드로 1회 주행을 거쳐 차량의 상태를 Warm-up 시킨 후 10 km/h 에서 110 km/h로 가속 주행을 실시하여 측정하였으며, 차량 Slip에 의한 영향을 최소화하기 위하여 차량 속도가 20 km/h에서 100 km/h까지 도달하는 시간을 측정하여 차량에 대한 가속성을 평가하였다.<sup>1)</sup>

## 5. 실험결과 및 고찰

### 5-1. 점화시기 특성

옥탄가에 따른 연소특성을 살펴보기 위하여 점화시기를 BTDC 0°에서 65°까지 진각 시켰으며, 이때, 점화시기에 따른 성능변화를 살펴보기 위하여 공연비는 두 연료 모두 물성에 따른 공연비( $\lambda=1$ )로 고정하여 실험을 실

시하였다. 점화시기에 따라 변화되는 토크 및 연소온도, COV\_imep는 Fig. 3에 나타내었으며, 동일한 압축비로 실험한 결과 두 연료 모두 BTDC35°에서 가장 높은 토크를 보이는 MBT지점을 나타냈다. 이때, COV\_imep도 두 연료 모두 동일하게 가장 안정된 연소를 보여주었으며, 두 연료 모두 BTDC 15°부터 안정된 연소를 보여주었다. 상대적으로 옥탄가가 높은 Fuel B의 경우 점화시기가 점점 진각 될수록 Fuel A 보다 안정된 연소를 보여주었으며, BTDC 40°까지는 비슷한 토크 및 출력 곡선을 나타내었다. 그러나 Fig. 4와 같이 Fuel A의 경우 BTDC 40° 이후 진각 될수록 Fuel B보다 낮은 토크와 출력 특성을 나타내었는데, 이론적 고찰에서 살펴본 바와 같이 점화시기가 진각됨에 따라 연소 환경이 악화되어 연소실 내 노킹이 점차적으로 발생한 것으로 보이며, Fuel A가 기관에 필요한 요구옥탄가를 벗어남에 따라 Fuel B에 비해 낮은 출력 특성을 나타낸 것으로 보인다. 토크 및 출력의 경우 BTDC 40°까지는 매우 비슷한 양상을 보였으나 가혹 연소조건인 BTDC 65°에서는 Fuel A가 약 7% 낮은

토크 및 출력을 나타내었다.. 따라서 현재 완성차의 경우 점화시기에 따른 맵핑은 각 엔진 및 연소환경에 따라 최적의 연소조건으로 점화되어 지나 주로 일반 도심 주행 시 BTDC 0°~45°를 주로 사용함에 따라 일반 승용차 주행 시 두 연료는 옥탄가에 의한 성능 차이를 나타내지 않을 것으로 사료된다.

Fig. 5는 점화시기 변경에 따른 유해 배출가스의 변화를 살펴 본 것이다. 자동차 연비 계산 시 가장 큰 영향을 미치는 CO2의 경우 두 연료에서 큰 차이를 보이지 않았으며, 전체적으로 비슷한 배출경향을 보임에 따라 실차 주행 시 옥탄가에 의한 영향은 크지 않을 것으로 예측되어진다. 점화시기가 점차 진각 될수록 CO와 HC의 경우 두 연료 모두 큰 차이를 보이지는 않으나 점화시기가 진각 될수록 CO와 HC가 점차 늘어나는 것을 볼 수 있는데, 이는 점화시기가 진각됨에 따라 두 연료 모두 연소조건이 불안정하여 불완전 연소에 따른 실화가 나타난 것으로 사료된다. 또한, 가혹 연소조건인 BTDC65°에서는 Fuel A가 Fuel B에 비해 약 19% 높은 CO 배출수준을 나타냈

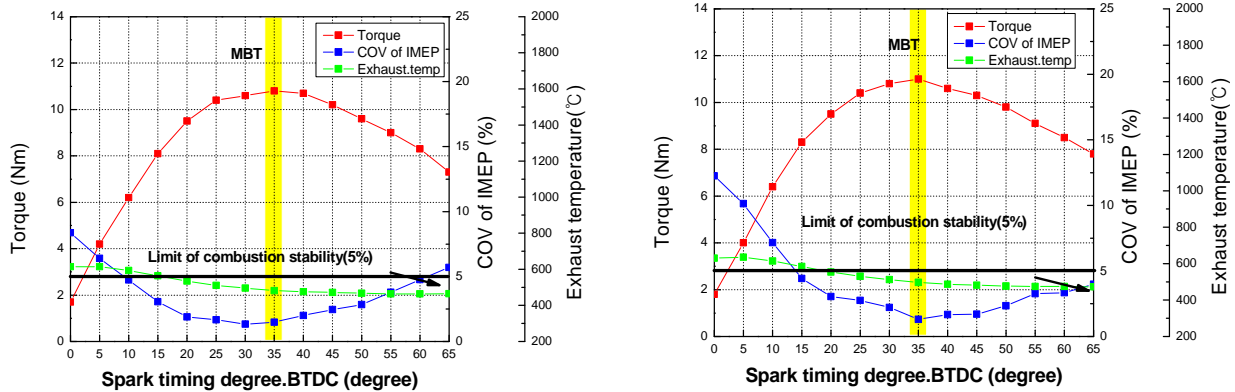


Fig. 3. Performance Characteristics according to ignition timing change (Fuel A(Left), Fuel B(Right))

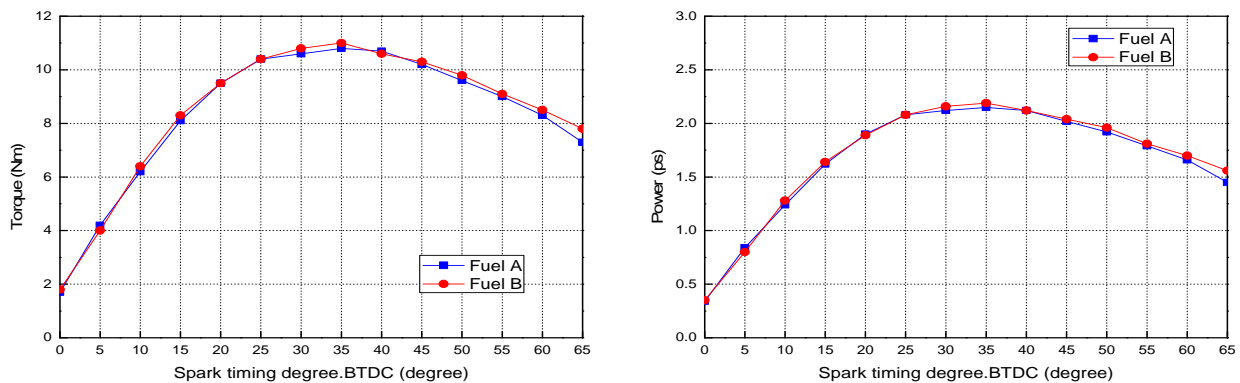


Fig. 4. Torque and Power

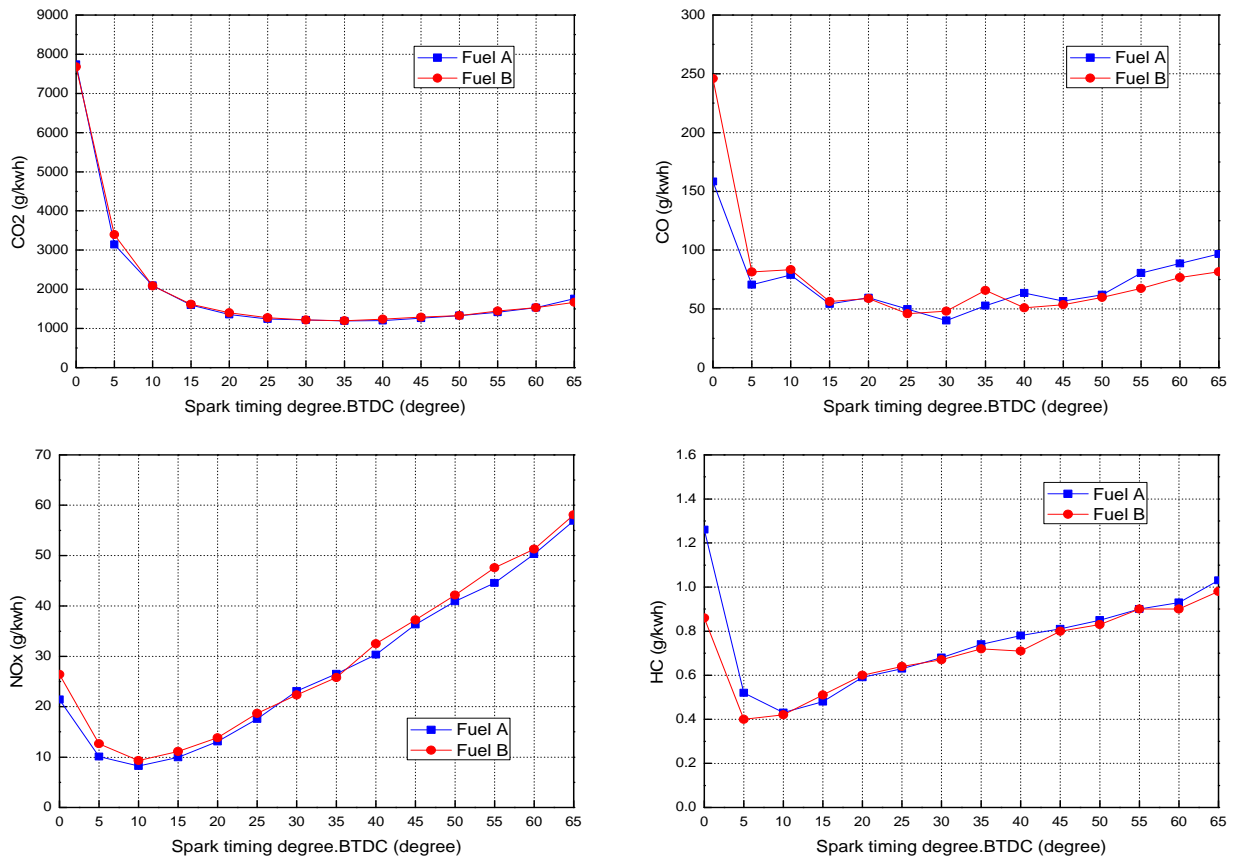


Fig. 5. Exhaust gas Characteristics according to ignition timing change

으며, HC 또한 약 5% 정도 높은 배출가스 수준을 나타내었다. 이는 가혹조건에서 Fuel A의 불안정한 연소를 나타내는 것으로 사료되며, 점화시기 특성에서 살펴본 바와 같이 실화로 인해 낮은 토크가 나타남을 알 수 있다. NOx의 경우에는 Fuel B가 Fuel A에 비해 약 2% 높은 배출 특성을 나타냈는데, 이는 Fig. 3에서 보는 것과 같이 Fuel A 보다 높은 연소온도를 나타내는 Fuel B가 Thermal NOx에 기인하여 약간 높게 나타난 것으로 보인다. 그러나, 두 연료 모두 전체적으로 비슷한 배출가스 수준을 나타냄에 따라 연소조건이 가혹하지 않다면 옥탄가에 의한 배출가스 영향은 크지 않을 것으로 사료된다.

5-2. 차량 가속성 및 연비, 배출가스 특성

Fig. 6은 실 차량에서 연비 및 가속도에 대한 두 연료의 비교를 위하여 매뉴얼 상 권장 옥탄가가 없는 차량인 Veh A와 고옥탄가 권장 차량인 Veh B에 각각의 연료를 주입한 후 현행 연비모드인 FTP-75모드와 HWFET모드를 주행한 결과를 나타낸 것이다. 두 차량 모두 연비에서는 비슷한 결과를 나타냈다. 이는 Table 1에서 보는 것과 같

이 두 연료 연비에 가장 큰 영향을 미치는 발열량에서 큰 차이를 두고 있지 않음에 따라 나타난 결과로 사료되며, 엔진실험에서 살펴본 바와 같이 옥탄가가 일반 주행 조건하에서 차량의 성능에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다. 따라서 연비에 대한 옥탄가의 영향은 미비한 것으로 사료되며, 일반 도심이나 고속도로 주행 시 고옥탄가 연료 사용에 따른 연비 향상은 크게 없을 것으로 판단된다. 또한, 고옥탄가를 권장하는 차량에서도 큰 차이를 보여주지 않음에 따라 도심 및 고속도로 주행모드에서는 Fuel A의 옥탄가에서도 양호한 주행성능을 보여줄 수 있다.<sup>3)</sup>

그러나 Fig. 7에서 보듯이 차량 가속성에서는 고옥탄가 권장 차량에서 각 연료별 성능 차이를 보였다. Veh A의 경우 가속성 시험시 두 연료 모두 100 km/h 도달 시간과 출력이 비슷한 값을 나타내고 있으나, 고옥탄가 권장 차량인 Veh B에서는 가속성이 약 14%, 출력이 약 15% 증가한 것을 볼 수 있다. 이는 고속·고부하 운전조건인 가속성 시험에서 기관 내 연소 환경이 열악해짐에 따라 요구옥탄가가 높게 설계되고 맵핑된 Veh B에서 높은 성



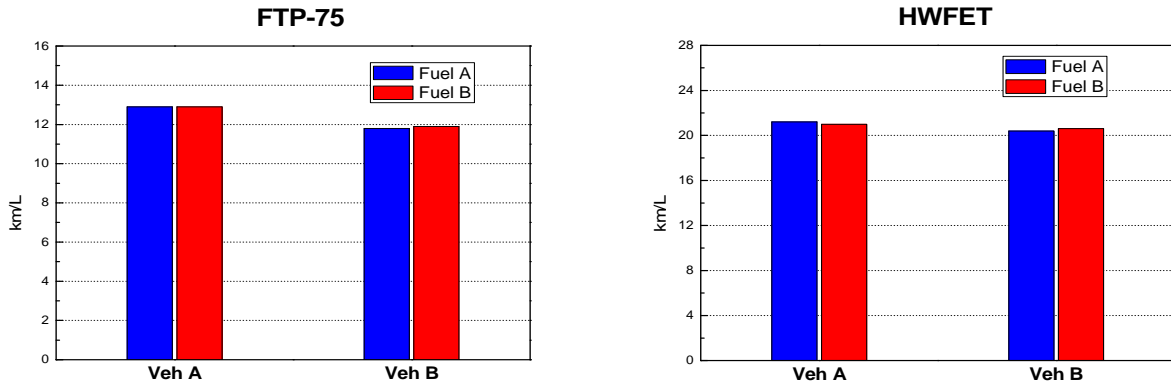


Fig. 6. Fuel economy test result

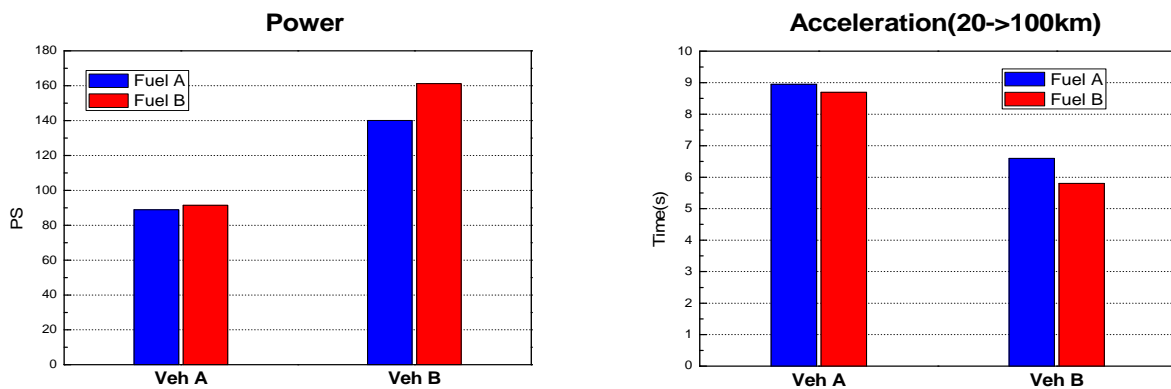


Fig. 7. Acceleration test result

능을 나타낸 것으로 보이며, Fuel B에 맞춰 맵핑된 엔진을 사용함에 따라 상대적으로 옥탄가가 낮은 Fuel A가 일반적인 운전조건 외의 가혹한 환경에서 좋지 않은 성능을 나타낸 것으로 보인다. 이와 반대로 요구 옥탄가가 낮게 설계되어진 Veh A의 경우 동일 조건에서 상대적으로 낮은 옥탄가에 맞춰 엔진이 맵핑 되어짐에 따라 필요한 옥탄가를 두 연료 모두 만족함으로써 일반적인 운전 외 조건에서도 두 연료 모두 비슷한 결과를 나타낸 것으로 판단된다.4)

## 6. 결론

본 연구에서는 휘발유 옥탄가에 따른 연소 및 차량 성능에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시중에 유통되는 휘발유 중 상대적으로 낮은 옥탄가를 나타내는 휘발유 (Fuel A)와 높은 옥탄가를 나타내는 휘발유(Fuel B)를 선정하여 단기통 엔진 및 권장옥탄가가 다른 두 차량에 주유하여 연소 및 차량성능에 미치는 영향에 대한 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

### (1) 연료 품질 평가

- Fuel A와 Fuel B 모두 석유 및 석유대체연료의 품질 기준을 만족하였다,
- 두 연료의 옥탄가는 Fuel A가 92, Fuel B가 100으로 나타났다.

### (2) 단기통 엔진에서의 연소특성

- 단기통엔진에서 1400rpm(2/4 Load) 조건으로 점화시기를 변경하여 MBT 평가를 수행한 결과 두 연료 모두 BTDC 35°에서 MBT 지점을 나타냈으며, 이때, COV\_imep 또한 두 연료 모두 낮게 나타나 안정된 연소를 나타냈다.
- 점화시기를 변경하여 살펴본 결과 일반적으로 도심 주행 시 주로 사용되는 BTDC 0~45°까지는 비슷한 출력과 토크를 나타냄에 따라 일반 주행조건 하에서 옥탄가에 따른 성능 및 출력 변화는 미미한 것으로 나타났으나, 가혹 연소조건인 BTDC 65°에서는 Fuel A가 Fuel B 비해 약 7% 정도 낮은 토크 및 출력 특성을 보였다.

- 배출가스의 경우 두 연료 모두 전체적으로 비슷한 경향을 나타냄에 따라 옥탄가에 따른 배출가스 변화는 미비한 것으로 보이나, BTDC 65°에서 Fuel A가 CO의 경우 약 19%, HC의 경우 약 5% 높게 나타남에 따라 가혹 조건에서는 Fuel A가 높은 배출가스 수준을 나타냈다.

### (3) 실 차량에 대한 성능평가

- 실 차량 연비의 경우 차량 메뉴얼상의 권장옥탄가를 사용하지 않았음에도 불구하고 도심과 고속도로를 모사한 현행 연비모드인 FTP-75와 HWFET모드에서 두 연료에서 연비차이를 보이지 않았다.
- 가속성 테스트에서는 보통휘발유 권장 차량인 Veh A에서는 큰 차이가 발생하지 않았으나, 고옥탄가 권장 차량인 Veh B에서는 20 km/h 에서 100km/h 까지 도달하는 시간이 약 14% 빠르게 도달하였으며, 출력도 약 15% 증가한 것으로 나타났다.

## 후 기

본 연구는 산업통상자원부 지원으로 수행한 연구과제의 일부를 포함하고 있습니다.

## References

1. Jeon heung-sin, 2011, Internal combustion engine, Suchenmyoungmedia, 159-162
2. Kim jung-hwan, 2013, The study on the impact of the Use of a two different Octane Gasoline for the Light-Duty Vehicle, 5-6
3. Kalghatgi G.T, Fuel anti-knock quality –Part II: Vehicle studies –How relevant is motor octane number(MON) in modern engine, SAE 2001-01-3585
4. Akihama et al., Toyota-Exxon, Fuel Octane and Composition Effects on Efficiency and Emissions in a High Compression Ratio SIDI Engine, SAE 2004-01-1950