

카뷰레터 스로틀 변화가 26cc 급 2 행정 엔진 특성에 미치는 영향

최영하[†] · 조형문* · 조성남* · 김병국* · 윤석주** · 한종규***

Effect of Carburetor throttle angle on the characteristics of 2-stroke 26cc small engine

Y. H. Choy, H. M. Cho, S. N. Cho, B. G. Kim, S. J. Yoon and J. G. Han

Key Words : Carburetor(카뷰레터), Throttle(스로틀), Eddy current Dynamometer (다이나모미터), 2 stroke engine(2 행정기관)

Abstract

This paper presents effects of carburetor throttle angle on the performance characteristics of a small spark-ignited, gasoline engine. The engine used in the test is a single cylinder, two-stroke, air-cooled 26cc SI engine for brush-cutter. We measured the rpm, torque, power, and fuel consumption according to the six different throttle angle conditions of the rotary-type carburetor and to the engine dynamometer loads. We had concluded that maximum power happened at 5000~6000rpm and at the same condition was the minimum specific fuel consumption.

1. 서론

전 세계적으로 소형원동기를 장착한 제품군들의 수요시장이 점차 증대되고 있으며 소형원동기에서 배출되는 배기배출가스에 대한 비중이 커지고 있다.

소형원동기가 배출하는 배기가스에 대한 규제가 해마다 강화되어 가고 있는 실정이며 현재 국내 기술은 배기규제가 강화되기 전의 수준에 머물러 있으므로 소형원동기의 배기규제에 대응하기 위한 체계적인 연구가 진행되지 못하고 있다.

Table1 에서와 같이 제시된 EPA Phase II에서 제한하는 배기가스 규제에 대응하기 위한 기술개발 도입단계에 있다.

Table 1 US Federal emission standards for small non-road spark ignition engines at or below 19kW(Phase II)

Engine Class	Engine Type	Engine Displ. [cm ³]	CO [g/kWh]	HC+NOx [g/kWh]						
				2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
I -A	NH	<66	610	50						
I -B	NH	[66, 100]	610	40						
I	NH	[100, 225]	610	16.1						
II	NH	>=225	610	18	16.6	15.0	13.6	12.1	12.1	12.1
III	H	<20	805	-	238	175	113	50	50	50
IV	H	[20,50]	805	-	196	148	99	50	50	50
V	H	>=50	603	-	-	-	143	119	96	72

[†] 회원, 전북대학교
E-mail : cobra9@hanmail.net
TEL : (063)270-2334 FAX : (063)270-2315

* 전북대학교 대학원

** 전북대학교, 전북대학교 자동차신기술연구센터

*** 한성공업주식회사

규제에 대응하지 못하는 제품은 규제적용을 하고 있는 미국, 유럽 등의 수요가 많은 선진국에 판매 자체가 어려운 상황을 맞이하고 있으며 기술 후진국으로 불리던 중국, 인도 등의 나라에서도

수출을 목표로 많은 연구가 진행되고 있다.

배기규제에 대응하기 위한 기술은 기계적인 구조 변경에 의한 방법과 연료 개선에 의한 방법으로 나뉘며 기계적인 구조 변경에 의한 방법으로는 소기포트 개조에 의한 소기효율 개선 방안⁽¹⁾⁽²⁾, 분사방식 적용에 의한 공연비 최적화 방안⁽³⁾, 유동해석을 통한 카뷰레터 니들 형상 및 스로틀 위치 제어를 통한 공연비 제어 방식⁽⁴⁾⁽⁵⁾, HC 촉매를 이용한 후처리 방식 등이 있으며 LPG, CNG 등의 연료 적용에 의한 방법⁽⁶⁾ 등에 대한 연구가 진행되고 있으며 배기규제 대응엔진 개발에 성공한 선진 기술을 갖춘 몇몇 제품회사들이 전 세계 시장의 90% 정도를 점유하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 배기가스 규제를 통과하기 위해 LPG 연료 적용 기술 개발을 위한 연구수행을 위하여 기존 엔진의 성능특성을 파악하여 소형원동기 개발에 필요한 인자를 도출하여 엔진개발품에 대한 기초자료로 활용하고자 하였다. 이를 위하여 고속 회전하는 소형원동기의 특성 파악을 하기 위해 5 마력-15000rpm 의 Eddy- Current 타입의 엔진 동력계를 구성하였으며, 선진 M 사의 26cc 엔진을 다이나모미터에 연결하였다. 동력계와 엔진은 클러치 접합에 의해 구동하도록 클러치 하우징을 다이나모미터에 커플링으로 연결하여 시스템을 구성하였으며 엔진 회전수와 구동토크를 측정하였고 자체 제작한 유량계를 이용하여 연료소비율을 측정하였다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

2.1 실험장치

본 연구에서의 실험엔진을 포함한 실험장치의 구성도를 Fig.1 에 나타냈다.

실험에 사용된 엔진의 제원을 Table 2 에 정리하였으며 사용한 카뷰레터는 Fig.2 에 나타낸 Walbro 사의 diaphragm 방식의 WYJ 모델을 이용하였으며 이 모델의 스로틀은 9mm 부터 12.2mm 까지 다양한 직경의 값을 가지는데 본 연구에서 사용한 카뷰레터의 스로틀 직경은 10.8mm 이었다.

니들의 위치는 구매시 설정된 위치 변동없이 수행하였으며 본 연구에서는 당량비 변화에 대해서는 고려하지 않았다.

엔진에 공급되는 연료는 가솔린: 엔진오일 50:1 로 혼합하여 사용하였다.

Fig.3 에서와 같은 자체 제작한 10cc 체적의 유

량계를 이용하여 10cc 소비시간을 측정하여 연료 소비량을 계산하였다.

엔진동력계는 Rotronics 사의 5 마력, 15,000 rpm 의 Eddy-current 타입을 사용하였다.

Table 2 Test engine Specifications

Item	Specifications	
Engine model	TU26	
Number of cylinder	1	
Displacement volume	25.6cc	
Bore × Stroke	33 × 30	
Max. power	1.4PS	
Carburetor	model	WYJ
	type	Diaphragm
	Throttle bore	10.8mm

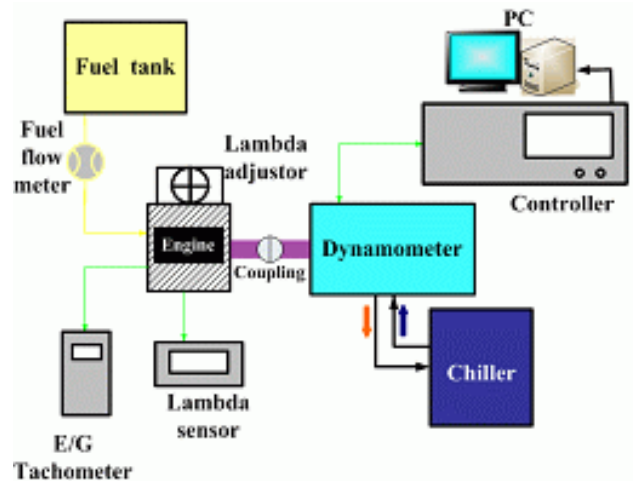


Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup

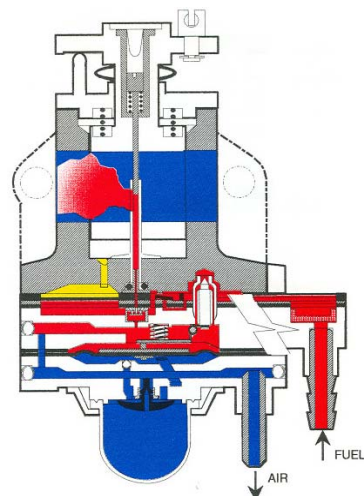


Fig. 2 WYJ diaphragm type carburetor



Fig. 3 Fuel metering gauge

2.2 실험 방법

실험은 장시간 운전엔 엔진에 무리가 가해지는 것을 고려하여 최대 회전수 8000rpm 이하의 조건에서 실행하였으며 스로틀 개도에 따른 영향을 파악하기 위하여 20, 25, 30, 35, 40, 45° 조건에서 수행하였다.

실험 결과의 신뢰도를 증가시키기 위하여 TU-26 엔진을 엔진동력계에 연결하고 부하를 걸어주지 않은 상태에서 스로틀 개도 20° 조건에서 시동한 후 30분을 구동하였고 그 이후에 10cc의 연료 소비가 이루어지는 동안 회전수와 토크 및 연료 소비 시간을 측정하였다.

20, 25, 30, 35, 40, 45°의 스로틀 개도에서 엔진 구동에 따른 성능특성을 스로틀 개도 및 부하 변동시 5분의 안정화 시간을 가진 후에 회전수, 토크, 연료소비량을 각각 3회 측정하여 분석하였다.

출력은 실제 엔진에서의 사용값을 구하기 위해 엔진동력계에서 측정된 토크와 회전수에 의해 계산되었으며 연료소비율은 계산된 출력과 연료소비량에 의해 환산하였다.

$$\text{Power} = 2 \pi NT/60 \quad (\text{W})$$

$$\text{BSFC} = \text{시간당 연료소비량/Power} \quad (\text{g/kW} \cdot \text{h})$$

3. 실험 결과

3.1 부하 변동에 의한 특성

Fig.4와 Fig.5는 스로틀 개도 30°에서의 엔진 특성을 나타낸 것으로 Fig.4에서 나타난 회전수는 부하 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있으며 4% 부하 영역까지는 감소폭이 작은 반면 4% 이상의 부하 영역에서는 갑자기 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타나고 있으며 토크는 부하 증가에 따라 4% 부하 영역까지는 증가하고 있으나 4% 이상의 부하 영역에서는 거의 일정한 값을 유지하고 있다.

Fig.5에서 나타난 출력 값은 Fig.4에서 나타난

결과의 영향으로 부하 4%에서 최대 출력을 나타내고 있으며 부하 증가에 따라 급격하게 감소하고 있다. 연료소비율은 최대출력을 나타내는 부하 4%에서 최소가 되고 부하 증가에 대해 급격하게 증가하는 것으로 나타났다.

무부하 상태에 비해 4% 부하에서의 출력은 41% 증가, 연료소비율은 32% 감소를 나타내고 있다.

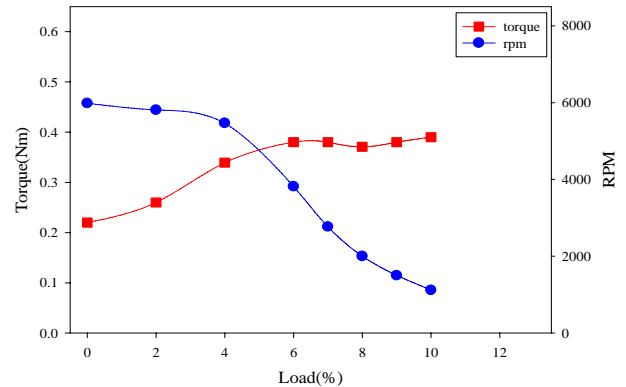


Fig. 4 Engine speed and torque according to dynamometer load at 30°

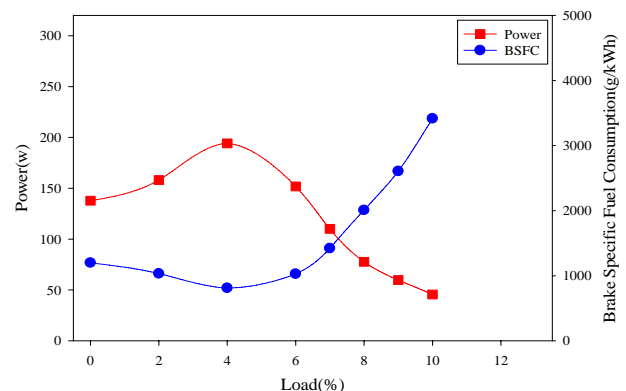


Fig. 5 Power and BSFC according to dynamometer load at 30°

Fig.6과 Fig.7은 스로틀 개도 45°에서의 엔진 특성을 나타낸 것으로 Fig.6에서의 회전수는 30°에서와 같은 경향으로 부하 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있으며 6% 부하 영역까지는 감소폭이 작은 반면 6% 이상의 부하 영역에서는 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타나고 있다. 연료소비율은 6% 부하까지 감소하는 경향을 나타내고 있으며 6% 이상의 부하 영역에서는 큰 폭으로 증가하고 있다.

무부하 상태에 비해 6% 부하에서의 출력은 51% 증가, 연료소비율은 40% 감소를 나타내고 있다

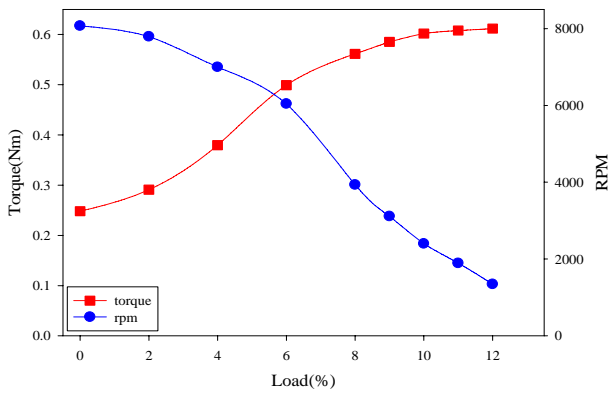


Fig. 6 Engine speed and torque according to dynamometer load at 45 °

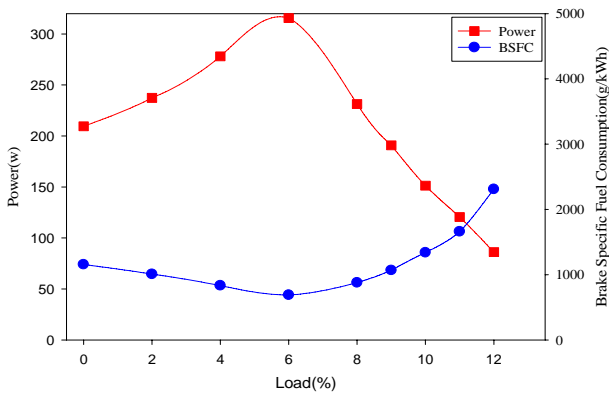


Fig. 7 Power and BSFC according to dynamometer load at 45 °

Fig.8 에서는 실험한 모든 스로틀 개도에서 부하 변동에 따른 회전수 변동 특성을 나타낸 것으로 회전수 5000rpm 이상의 영역과 이하의 영역에서의 부하 증가에 따른 감소 양상이 다르게 나타나고 있다. 5000rpm 이상의 영역에서는 완만한 감소를 나타내고 5000rpm 이하에서는 급격한 감소하고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 9 에서 나타내는 결과는 모든 스로틀 개도에서 부하변동에 따른 토크 변동을 나타낸 것으로 각각의 조건에서 최대출력 및 최소 연료소비율 조건의 부하 영역까지는 개도 증가에 따라 약간 증가하는 경향을 나타내고 있지만 일정한 궤적을 그리고 있으며 최대 출력 발생 부하 이상에서는 거의 일정한 값을 가지는 것으로 나타났다.

토크 변동특성은 최대출력 발생 부하 이하에서는 스로틀 개도 변화에 따른 변화보다는 주어진 부하 변동에 의해 변동하고 있음을 나타내고 있다.

Fig.10 에서는 실험한 모든 스로틀 개도에서 부하변동에 따른 출력 변동 특성을 나타낸 것으로 최대출력이 발생하는 부하 이전의 영역에서의 증가속도와 최대출력 발생 이후의 부하영역에서의

감소속도는 거의 일정한 경향을 나타내고 있음을 나타내고 있다.

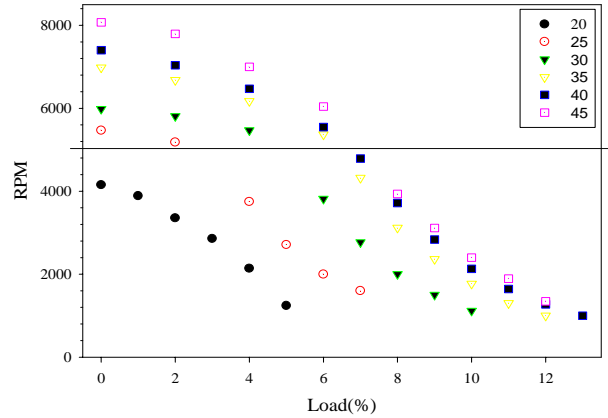


Fig. 8 Engine speed according to dynamometer load

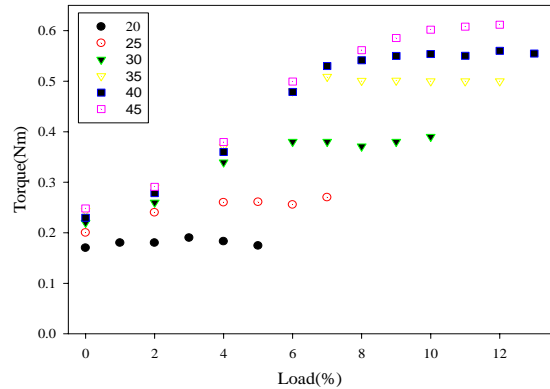


Fig. 9 Torque according to dynamometer load

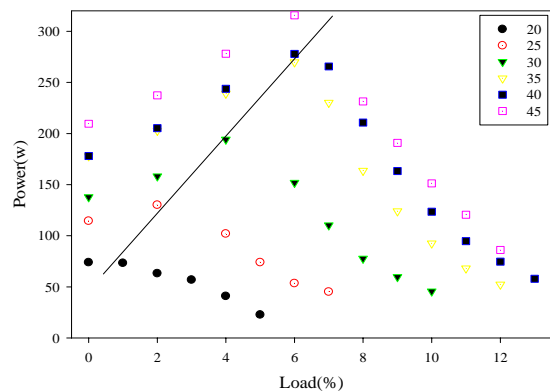


Fig. 10 Power according to dynamometer load

Fig. 11 에서 보여주는 연료소비율 변동 특성은 토크 변동 특성에서 보여준 결과와 유사한 경향을 나타내고 있으며 최대출력이 발생하는 부하 이하의 영역은 일정한 궤적을 그리고 있으며 개도 증가에 따라 최소연료소비율에 해당하는 값이 감소하고 있다. 최대출력이 발생하는 부하 이상의 영

역에서는 모든 조건에서 급격한 증가 양상을 나타내고 있다.

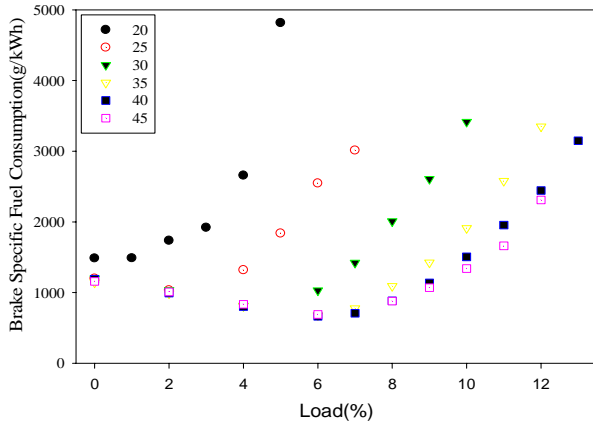


Fig. 11 BSFC according to dynamometer load

3.2 스로틀 개도에 의한 특성

스로틀 개도 35, 40, 45° 에서 최대출력이 부하 영역이 6% 부하에서 발생하였으며 최대출력이 발생하는 이하의 부하 영역에서는 일정한 경향을 나타내고 있으므로 부하 0, 2, 4, 6% 영역에서의 회전수, 토크, 출력, 연료소비율을 Fig.12 ~ Fig.15 에 나타내었다.

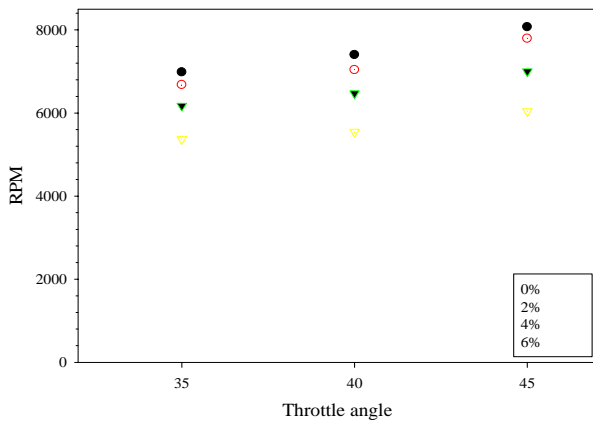


Fig. 12 Engine speed according to throttle angle

Fig.12 에서 회전수는 각 부하 조건에서 스로틀 개도 증가에 따라 선형적으로 증가하고 있는 것으로 나타났으며, Fig.13 에서 토크는 스로틀 개도 증가에 대해 모든 조건에서 큰 변화없이 거의 일정한 값을 나타내고 있다.

출력은 회전수 증가량에 비례하여 증가하고 있으며 연료소비율의 변동은 스로틀 개도 변화에 대해 큰 변동없이 거의 일정한 값을 나타내고 있다.

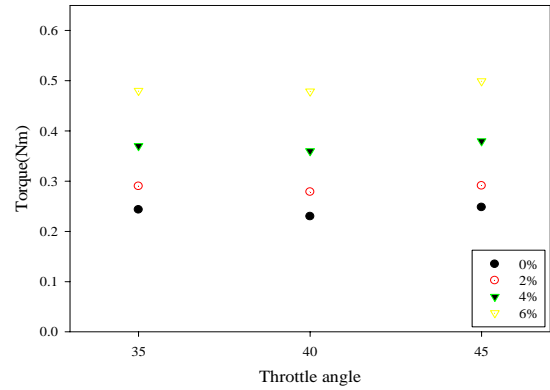


Fig. 13 Torque according to throttle angle

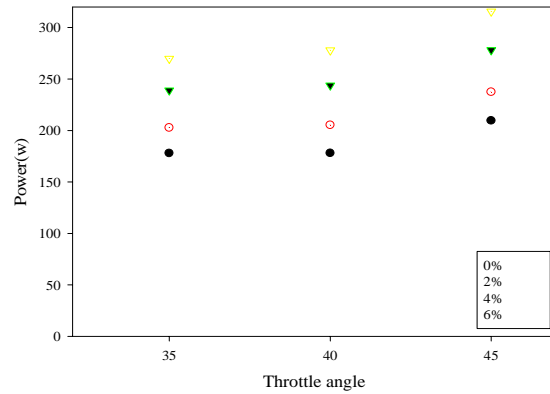


Fig. 14 Power according to throttle angle

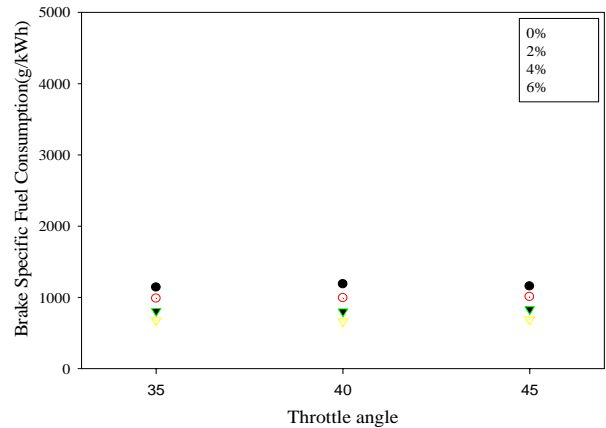


Fig. 15 BSFC according to throttle angle

위의 결과들로부터 부하증가에 대해 회전수는 감소하고 있으며 회전수 감소폭이 큰 영역은 회전수 5000 이하의 부하 영역이었으며 최대출력이 발생하는 회전수 영역은 5000~6000rpm 으로 스로틀 개도 증가에 따라 최대출력이 발생하는 회전수 영역은 증가하고 있다.

토크는 최대출력이 발생하는 부하까지는 부하증가에 따라 증가하고 있으며 스로틀 개도 변화에 대한 영향은 크지 않았다.

연료소비율은 최대출력이 발생하는 부하에서 최소값을 나타내고 있으며 최대 출력 발생 부하까지의 부하에서는 스로틀 개도 변화에 의한 영향은 크지 않았다.

4. 결론

클러치 구동 2 행정 소형원동기의 스로틀 개도에 따른 성능특성에 관한 실험을 통한 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 회전수 변동은 부하증가에 따라 최대출력이 발생하는 부하까지는 회전수 감소는 크지 않았으며 그 이상의 부하증가에 대해서는 큰 폭으로 감소하였고 스로틀 개도 증가에 대해 최대출력이 발생하기 전의 모든 부하영역에서 증가하였다.
- 2) 토크 변동은 부하증가에 따라 최대출력이 발생하는 부하까지는 일정하게 증가하였으며 그 이상의 부하에서는 거의 일정한 값을 나타내었고 스로틀 개도 증가에 대해 최대출력이 발생하기 전의 모든 부하영역에서 거의 일정한 값을 나타냈다.
- 3) 출력은 부하에 따라 5000~6000rpm 의 회전수 영역에서 최대값을 나타내었다.
- 4) 연료소비율은 최대출력이 발생하는 부하 영역에서 최소를 나타내었고 스로틀 개도에 의한 영향을 크게 받지 않았다.

향후 HC 과 CO 측정문제 해결을 통한 배기가스 측정에 대한 실험연구와 엔진 직결에 의한 실험연구를 수행할 계획이다.

후 기

본 연구는 산업기술재단의 지원으로 시행되는 “지역혁신인력양성사업” 의 수행 연구결과의 일부이며, 산업기술재단의 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

- (1) M. Bergman, R.U.K. Gustafsson and B.I.R. Jonsson., 2003, "Emission and Performance Evaluation of a 25cc Stratified Scavenging Two-Stroke Engine", SAE 2003-32-0047.
- (2) William T. Cobb Jr., 2001, "Compression Wave Injection: A Mixture Injection Method for Two-Stroke

- Engines Based on Unsteady Gas Dynamics", SAE 2001-01-1817.
- (3) Buhei KOBAYASHI, Toshiharu SAWADA, Ryoji ZAMA, Nobuo OGURA and Shinich WADA. , 2005, "Investigation of port design for small air-head stratified scavenging two-stroke cyle engine", SAE 2005-32-0012.
- (4) Geoffrey Cunningham, Robert G. Kenny and William J. Skelton., 1999, "Development of Stratified Scavenging System for Small Capacity Two-Stroke Engines", JSAE 9938025.
- (5) Shiyuji Hatakeyama, Yoshio Sekiya and Tadashi Murayama., 2001, "A Study on In-Cylinder Injection of Low Pressure Natural Gas for Performance Improvement of Small Sized Two-Stroke SI Engines", SAE 2001-01-1959.
- (6) Mitsuhiro MAEHARA, Takenori FUKUSHIMA, Hideo KISHIMOTO, Shoichi ARAI, Mikiya ARAKI, Seiichi SHIGA, Hisao NAKAMURA, Tomio OBOKATA., 2005, "Application of Scavenging-Port Injection to a Two-Stroke Boat Engine Fueled with CNG", SAE 2005-32-0083.