

저개도 카뷰레터 쓰로틀에서의 26cc 소형원동기의 공기과잉율에 따른 성능특성

최영하 · 김병국 · 조형문* · 윤석주** · 김동선 · 한종규***

Performance of 26cc Small Sized Two-Stroke SI Engines on Excess air factor at partial opened carburetor throttle

Youngha Choi · Byeongguk Kim · Hyungmun Cho* · Suckju
Yoon** · Dongsun Kim · Jongkyu Han***

Key Words : 2 stroke small engine, Carburetor, Excess air factor, Throttle.

Abstract

This paper presents the effects of excess air factors(0.84~0.90) and opened throttle area ratios(AR=0.15~0.25) on the emission and performance of a small spark-ignition gasoline engine.

The engine used in this paper was a single cylinder, diaphragm carburetor, two-stroke, air-cooled 26cc engine for brush cutter. The rpm, torque, fuel consumption and CO emission were measured under the four different excess air factors and three different opened area ratios conditions on the engine loads respectively.

The results showed that the rpm was decreased and torque was increased at increasing load, the maximum power and minimum fuel consumption could be obtained critical rpm on each throttle opened area ratios and brake specific fuel consumption was decreased 13~17%, CO emissions was decreased 21~38% at excess air factor 0.90 than 0.84.

1. 서론

진 세계적으로 소형원동기를 장착한 제품군들의 수요시장은 점차 증대되고 있으며 소형원동기가 배출하는 배기가스에 대한 규제가 강화되고 있다. 하지만 현재 국내 기술은 배기규제가 강화되기 전의 수준에 머물러 있으며 소형원동기에 대한 체계적인 연구가 진행되지 못하고 있다. 또한 소형원동기 시장은 점차 확대되어가고 있지만 국내 제조사들의 생산수량은 감소 추세를 보이고 있어 배기규제 대응엔진 개발이 시급한 과제로 부각되고 있다.

배기규제를 적용하고 있는 미국, 유럽 등 수요가 많은 선진국에는 규제에 대응하지 못하는 제품은 판매 자체가 어려운 상황을 맞이하고 있으며 배기규제 대응 엔진 개발에 성공한 선진 기술을 갖춘 몇몇 제품회사들이 전 세계 시장의 90%정도를 점유하고 있는 실정이다. 더욱이 중국, 인도 등 주변국에서도 수

출을 목표로 배기규제에 대응하는 많은 관련 연구가 진행되고 있다.

배기규제에 대응하기 위한 기술은 기계적인 구조 변경에 의한 방법과 연료 개선에 의한 방법이 있으며 기계적인 구조 변경에 의한 방법으로는 소기포트 개조에 의한 소기효율 개선 방안^{[1][2]}, 분사방식 적용에 의한 공연비 최적화 방안^[3], 카뷰레터 니들 형상 및 스로틀 위치제어를 통한 공연비 제어 방식^{[4][5]} 등의 연구가 발표되고 있으며, LPG, CNG 등의 연료 적용에 의한 방법^[6]에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 연구는 LPG 연료 적용 기술 개발을 위한 기초 연구로써 기존 엔진의 성능특성을 파악하여 엔진개발품에 대한 설계 기초 자료로 활용하고자 수행하였다. 이를 위하여 소형원동기용 와전류타입의 엔진동력계를 구성하였으며, 선진 M사의 26cc 엔진을 동력계에 연결하였다. 동력계와 엔진은 클러치에 의해 구동되도록 클러치 하우징을 동력계에 연결하여 시스템을 구성하였으며 엔진 회전수와 구동토크를 측정하였고 자체 제작한 유량계를 이용하여 정량 소비

* 전북대학교 대학원, cobra9@hanmail.net

** 전북대학교 자동차신기술연구소, mecysj@chonbuk.ac.kr

*** 한성공업주식회사

시간을 측정하여 연료소비율을 계산하였다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

2.1 실험장치

본 실험에는 원심형 클러치에 의해 구동되어 다이 나모미터에 동력을 공급하도록 구성된 엔진오일이 2%비율로 첨가된 가솔린을 연료로 사용하는 예초기 용 26cc, 2행정 엔진이 사용되었으며 실험 엔진의 제원을 Table 1에 정리하였다.

Table 1 Test engine Specifications

Item	Specifications
Number of cylinder	1
Displacement volume	25.6CC
Bore × Stroke	33 × 30
Max. power	1.4PS

본 실험에 사용된 실험장치의 개략도를 Fig.1에 나타내었으며 연료소비량은 Fig.2에서 보여주는 자체 제작한 유량계를 이용하여 10cc 소비시간을 측정하여 연료소비율로 환산하였다. 공연비 측정을 위하여 E사의 λ-meter를 배기구에 연결하였으며, 다이 나모미터는 R사의 5마력 15,000rpm까지 측정 가능한 와전류 타입을 사용하였다. 컨트롤러를 통해 부하조절을 다이 나모 최대 부하의 100분율에 해당하는 값을 부여하고, 측정된 다이 나모미터 회전수와 토크 값은 컴퓨터에 저장된다.

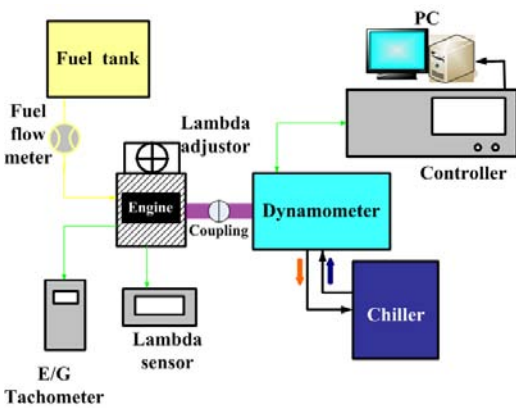


Fig.1 Schematic diagram of experimental setup



Fig.2 Flow-meter

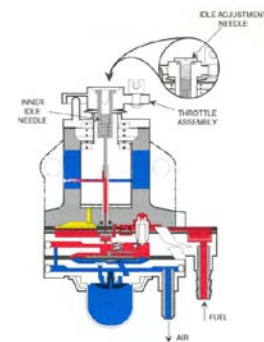


Fig.3 Carburetor(WYJ)

카뷰레터는 Walbro사의 diaphragm방식인 WYJ 모델, 스톱 직경이 12.2mm인 제품을 이용하였으며, 카뷰레터 상단에 니들 위치 제어가 가능하도록 조절 나사가 부착되어 있다.

카뷰레터의 개도는 기하학적인 상관관계에 의해 계산하여 나타냈다.

2.2 실험 방법

엔진의 워밍업을 위하여 엔진 시동 후 스톱 개도 15%, 무부하 조건에서 30분 구동한 후 실험을 시작하였으며 매 부하 및 공연비 변동 시 5분간의 엔진 안정화 시간을 두어 실험데이터의 재현성을 높였다. 부하의 조절은 다이 나모미터 컨트롤러에서 다이 나모미터 최대 부하의 백분율로 1% 단위로 조절하여 실험하였다.

동력계로부터 회전수와 토크 값을 측정하였으며 출력은 회전수와 토크 값으로부터 계산하여 얻었으며 제동연료소비율은 계산된 출력과 연료소비량으로부터 환산하였다.

$$Power = \frac{2\pi NT}{60} (W)$$

$$BSFC = 0.7 \times \frac{10}{t} \times 3600 / \frac{Power}{1000} (g/kW \cdot h)$$

실험은 저개도 영역인 15, 20, 25%의 스톱 개도에서 공기과잉율을 니들조절나사에 의해 0.84~0.90까지 0.02 간격으로 조절하며 실험을 수행하였다.

실험결과 값의 신뢰도 확보를 위하여 3회 측정된 결과를 평균하였다.

3. 실험 결과

3.1 개도 특성

공기과잉율 0.84로 일정한 상태에서 스톱 개도 15%, 20%, 25% 조건에서 부하 변화에 따른 다이 나모미터에서 얻은 성능특성을 회전수 변화에 대해 분석하여 Fig.4~Fig.6에 나타내었다.

Fig.4에서의 토크는 부하 증가에 따라 선형적으로 증가하는 경향을 나타내고 있으며 회전수 3500rpm 근처에서 증가폭이 감소하고 있다.

Fig.5에서 개도 15%에서의 최대출력은 3400rpm 근처에서 개도 20%에서는 4100rpm, 개도 25%에서는 4400rpm에서 측정되었으며 개도 증가에 대해 최대출력이 나타나는 회전수 영역이 증가하고 있다.

Fig.6에 나타난 결과는 최대 출력이 발생하는 영역의 회전수에서 제동연료소비율이 최저가 되는 것으

로 나타났다.

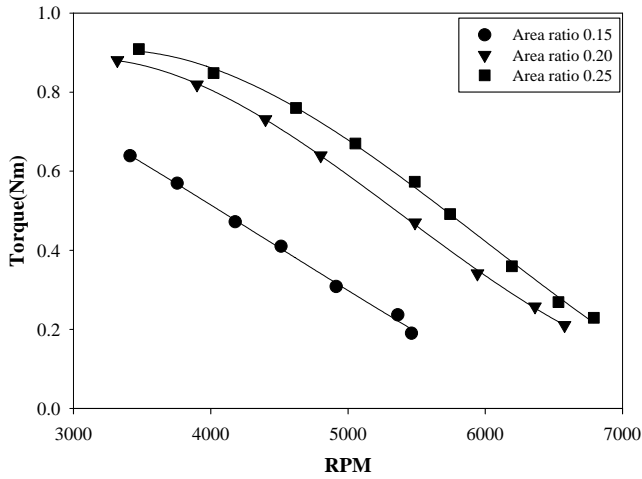


Fig.4 Engine torque according to dynamometer speed($\lambda=0.84$)

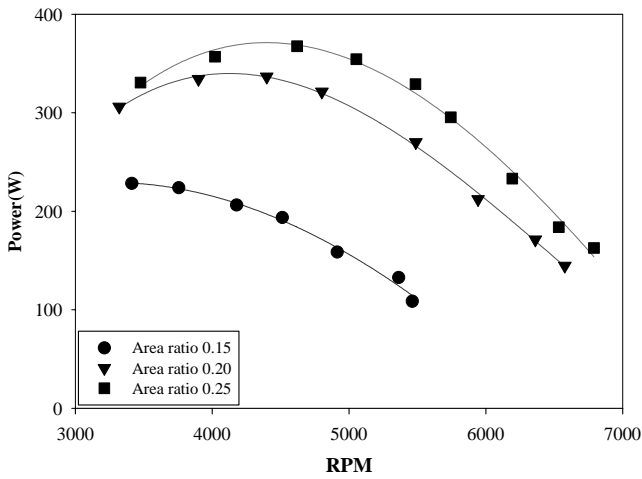


Fig.5 Power according to dynamometer speed($\lambda=0.84$)

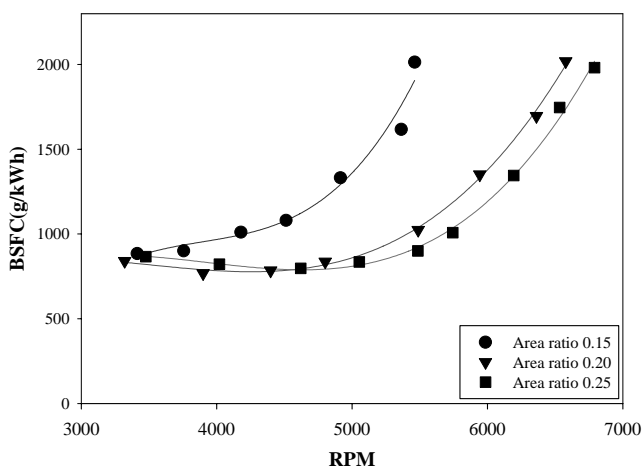


Fig.6 Brake Specific Fuel Consumption(BSFC) according to dynamometer speed($\lambda=0.84$)

3.2 공기과잉율 특성

다이내모미터의 부하를 일정하게 유지하고 카뷰레터의 니들위치 조절을 통해 매 조건마다 일정한 공

기과잉율이 되도록 설정하여 얻은 성능특성 및 CO 배기 배출 특성을 개도조건에서 공기과잉율에 따라 분석하여 Fig.7~Fig.10에 나타내었다.

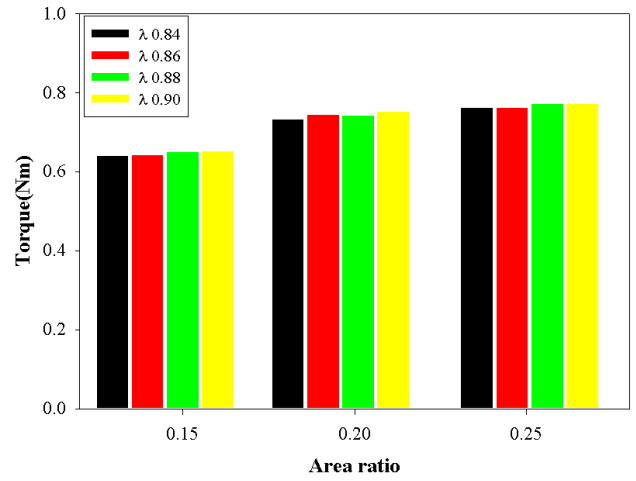


Fig.7 Engine speed with different air access factors on area ratios

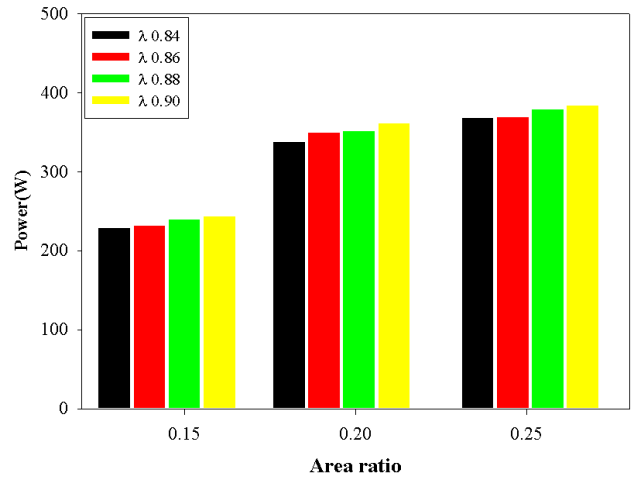


Fig.8 Engine power with different air access factors on area ratios

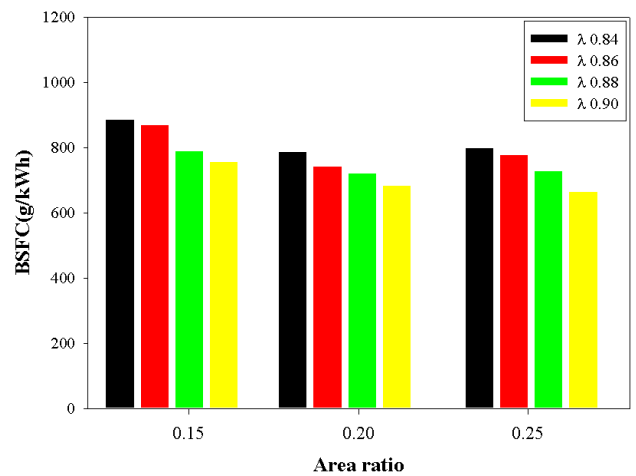


Fig.9 Brake specific fuel consumption with different air access factors on area ratios

Fig.8에 제시된 결과에서 개도 25%의 경우 공기과

잉율이 0.84에서 0.90으로 증가함에 따라 회전수 및 토크가 2.9%, 1.3% 증가함에 따라 출력은 4.3%의 증가하는 것으로 나타났으며, Fig.9에 제시된 연료소비율은 공기과잉율 증가에 대해 출력 증가의 영향과 연료소비량 감소로 인해 동일 조건에서 16.9%의 감소 효과를 나타내고 있다.

CO 배출물은 개도 15% 조건에서는 공기과잉율 증가에 대해 약 21%의 감소효과를 나타냈으며 개도 25% 조건에서는 38%의 감소효과를 나타내고 있다.

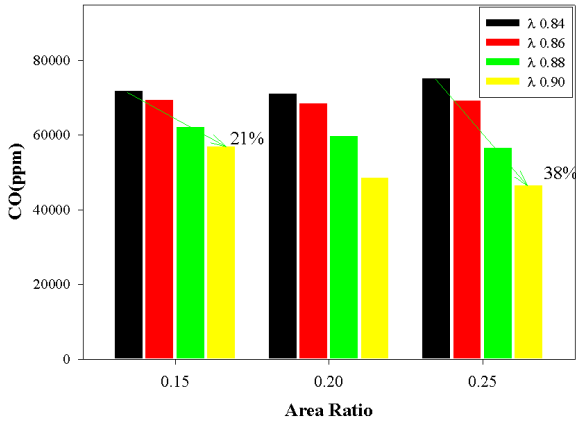


Fig.10 CO emission with different air access factors on area ratios

4. 결론

클러치 구동 2행정 소형원동기의 스로틀 개도 15%, 20%, 25%의 저개도 영역에서의 당량비 변화에 따른 성능특성에 관한 실험을 수행한 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 개도 변동에 의한 영향으로 모든 영역에서 부하가 증가하면 회전수는 감소하고 토크는 증가하고 있으므로 회전수 증가에 따라 토크는 감소하는 경향을 나타내었으며 3500rpm 근처에서 토크 변동이 둔화되는 것으로 나타났다. 최대 출력 및 최소 연료소비율은 개도가 15%~25%로 증가함에 따라 3400rpm부터 4400rpm까지 증가된 영역에서 발생하고 있다.

2) 동일 부하 조건에서 공기과잉율 변동에 의한 영향으로 모든 개도에서 회전수 및 토크가 증가하는 경향을 나타내고 있으며 연료소비율은 공기과잉율이 0.84에서 0.90으로 증가함에 따라 13.1%~16.9%까지의 개선효과가 나타났으며 CO 배출물은 공기과잉율 증가에 따라 저감되었고 저감율이 21%~38%까지 나타났다.

위의 결과로부터 엔진 성능은 개도 변화에 대해 최적의 운전조건이 변화하는 것을 확인할 수 있었으며 개도 증가에 따라 최적 조건의 엔진 회전수는 증가하는 것으로 판단된다. 공기과잉율 증가에 대한 엔진 성능 개선은 회전수, 토크에는 큰 영향이 없었지만 출력 및 연료소비율은 크게 개선되었으며 배기 배출물 저감 효과가 큰 것으로 판단된다.

후기

본 연구는 산업기술재단의 지원으로 시행되는 “지역 혁신인력양성사업”의 수행 연구결과의 일부이며, 산업기술재단의 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] M. Bergman, R. U. K. Gustafsson and B. I. R. Jonsson, "Emission and Performance Evaluation of a 25cc Stratified Scavenging Two-Stroke Engine", SAE 2003-32-0047, 2003.
- [2] Buhei KOBAYASHI et al., "Investigation of port design for small air-head stratified scavenging two-stroke cycle engine", SAE 2005-32-0012, 2005.
- [3] Shiyuji Hatakeyama, Yoshio Sekiya and Murayama, Shusaku Nakai and Takahiro Sako, Hideyuki Tsunemoto, "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, 2001.
- [4] Diego A. Arias, Timothy A. Shedd, "Numerical and Experimental Study of Fuel and Air Flow in Carburetors for Small Engines", SAE 2004-32-0053, 2004.
- [5] M. Sivakumar과 V. Balasubramanian, "Flow Field Analysis of a Carburettor Using CFD", SAE 2005-26-058.
- [6] Md. Ehsan, M. S. A. Bhuiyan, N. Naznin, "Multi-fuel performance of a petrol engine for small-scale power generation", 2003-32-0063, 2003.