한국동력기계공학학회지 제6권 제4호 pp.30~35 2002년 11월

2륜 자동차 공기청정기의 STS적용에 관한 연구
A study on the Application of STS wire Mesh air Cleaner for the 2-Wheel Automotive.

이중섭 · 이용훈 · 서정세 · 정한식 · 정효민
C. S. Yi, Y. H. Lee, J. S. Suh, H. S. Chung, and H. M. Jeong

Key Words : Air Cleaner(공기청정기), Emission(배기가스), Engine Speed (엔진회전속도), Synthetic Fiber air Cleaner(합성 섬유 에어크리너), STS Wire Mesh Air Cleaner(스테인리스 철망 에어크리너)

Abstract : This study represents the effects of the material of the air cleaner on the performance in a 4-stroke spark-ignition engine for motorcycles. This study is mainly focused on the possibility of the adopting the STS wire mesh air cleaner of a S.I engine. For investigating the possibility of that, the engine power, the fuel consumption and the exhaust gas analysis were carried out for the synthetic fiber air cleaner and the different size of 200 mesh, 250 mesh, 300 mesh of STS wire mash air cleaner. As the results of this study, the performance of STS wire air cleaner was similar to the fiber air cleaner at 9000 rpm but 300 mesh of STS air cleaner had a high engine power and torque at 9500 rpm. In the case of the synthetic fiber air cleaner the concentration of CO was low at 6500 rpm and in the case of the 300 mesh in STS wire mesh air cleaner the concentration of HC was lowest at all experimental regions.

1. 서 론

현재 자동차의 기술 발전에 비해 2륜 자동차의 기술 발전은 이에 미치지 못하고 있다. 일반적으로 2륜 자동차에서 공기청정기는 엔진에서 연소를 수행할 때 필요한 공기를 여과하는 장치이다. 따라서 오염된 공기를 여과시킨 후 연소실로 공기는 유입되게 된다. 현재 2륜 자동차에서 사용되고 있는 공기 청정기의 종류는 건식과 반습식으로 나누어져 있다. 건식의 경우 흔히 종이형 공기 청정기를 사용하고 있으며, 습식의 경우 스폰지에 오일을 발라 여과하고 있는 실정이다. 따라서 초기의 성능은 만족하겠지만 장기간 사용시 문제점이 발생하게 된다. 즉 공기청정기가 막힐 경우이다. 보통의 4륜 자동차의 경우 엔진 오일을 교환할 때마다 공기청정기, 오일 필터를 같이 교환하는 것이 일반적이다. 그러나 2륜 자동차의 경우 청소가 번잡할 뿐만 아니라 장기간 사용되는 2륜 자동차의 경우 공기청정기의 오염에 대한 인식이 부족하다. 공기청정기가 오염되면 여과 면적이 좁아지고, 효율도 극도로 나빠지게 되어있다[2-3]. 이리하여 흡입 공기량이 감소할 수 있는 상황이 만들어지게 되고 따라서 혼합기가 농후해 질 수 있는 소지가 많다. 즉, 2륜 자동차의 경우 기계식 기화기를 사용하기 때문에 공기량에 따라 연료를 공급하지 못하기 때문이다. 여름철의 장마때 습도가 높기 때문에 종이형 공기청정기에 수분이 함유될 수 있으며 따라서 여과 효율이 상당히 떨어질 것으로 예상된다. 자동차의 경우 엔진룸에서 같이 설치되어 엔진에서 발생하는 열에 의해 어느 정도 건조가 될 수 있는 상황이지만 대기와 직접적으로 노출되어 있는 2륜 자동차의 경우 별도의 건조장치가 없으면 공기청정기의 수분 함양은 불가피할 것이다. 따라서 당연히 유해 배기가스의 양이 높아지게 되고 흡기 저항이 다소 발생하게 된다[4-7]. 기존 선행 연구에서 자동차이 공기청정기에 대한 효율적인 재사용과 재활용을 위해 분해성 평가를 보다 정확하고 정량적인 방법을 위해 각 산업체에서 활

접수일 : 2002년 6월 30일
이중섭, 이용훈 : 경상대학교 대학원
서정세, 정한식, 정효민 : 경상대학교 기계항공공학부, 해양산업연구소

용된 바 있는 원리도화표를 이용하여 퍼지이론을 적용시켜 차량용 공기청정기에 대한 분해성 평가에 적용하였다[1]. 그러나 분해성의 평가방법은 어느 정도 방법과 기술에 따라 오차가 발생하게 되므로 많은 사항을 고려해야 되기 때문에 복잡한 것이 단점이다.

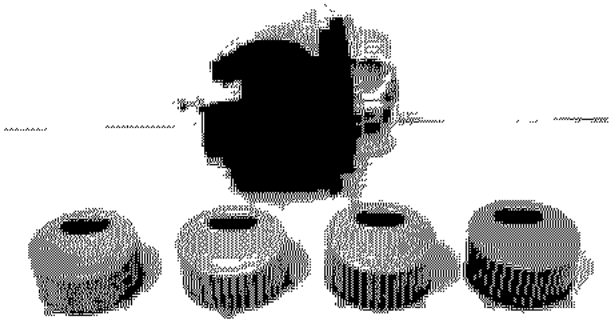
따라서 본 연구의 주목적은 2륜 자동차에 대하여 공기청정기를 장기간 사용함에 따라 자원 낭비를 감소시킴과 동시에 폐기시 재활용할 수 있는 재료를 선택함으로써 산업 폐기물을 감소시키기 위하여 기존의 종이형 공기청정기를 반영구적인 STS로의 대체 가능성에 대한 연구이다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구는 124.1 cc 4행정 2륜 자동차의 공기청정기에 대한 것이다. 실험은 기존에 설치되어 있는 종이형 공기 청정기와 스테인리스 철망으로 개발된 공기청정기에 대해 기초적인 엔진 성능을 비교한 실험이다. 엔진 성능을 측정하기 위해 모터사이클 전용 엔진 동력계를 사용하였으며, 흡기 공기량의 변동이 있을 것으로 예측하여 배기가스 분석기를 설치하였다. 실험에 사용한 배기가스 분석기는 고체 간접 필터 센서를 사용하고 있는 비분산 적외선 분석 방식으로 가스 특유의 파장을 흡수하여 투과율의 농도를 검출하는 시스템이다. 본 실험에 사용된 동력계는 Fig. 1과 같다. Fig. 2는 본 실험에서 사용된 모델과 각 모델에 대한 구조를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 현재 사용되고 있는 공기청정기를 실험값에 대한 기준으로 삼았고, 실험 모델은 스테인리스 철망의 메쉬(mesh)수에 따라 변수로 선택하였다.

본 실험 장치의 계략도는 Fig. 3과 같이 나타내었고, 동력계를 사용하여 측정한 결과 값들은 컴퓨터(PC)로 받아서 정리하였다. 또한 본 실험에 사용된 모델들의 경우 기본적으로 대기 오염물질을 여과할 수 있는 철망과 이를 지지하는 철망으로 2중 구조로 하였다. 이러한 연구의 배경은 환

Fig. 1 Experimental setup for engine dynamo meter system



(1)Base (2)200mesh (3)250mesh (4)300mesh

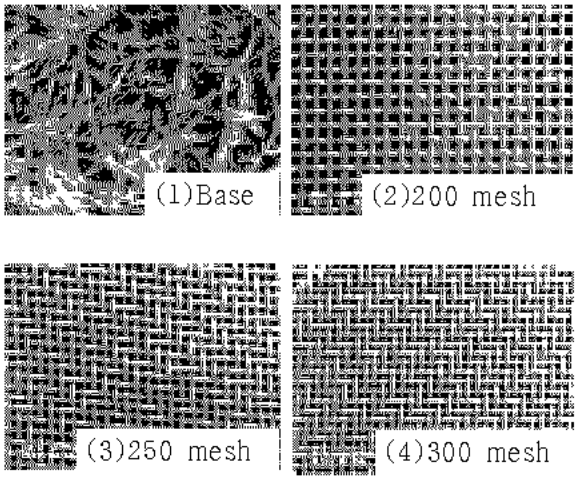
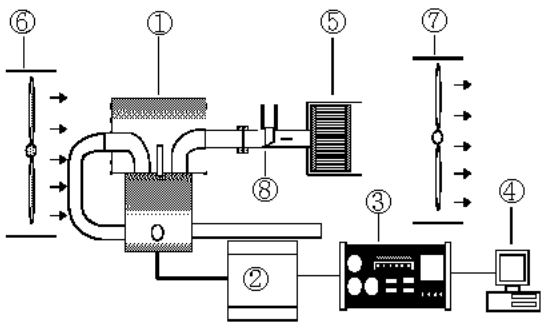


Fig. 2 Photograph of experimental models



① engine ② dynamo meter ③ control box
④ PC ⑤ air cleaner ⑥ fan
⑦ fan ⑧ carburetor

Fig. 3 Schematic diagram of experimental apparatus

Table 1 General characteristic between synthetic fiber air cleaner and STS wire air cleaner

1. Synthetic Fiber Air Cleaner
- Pore Size is not regular - Media's shape is deformed for long running times. - Ventilation ability is decreased for water. - No reusability. - Cause a industrial waste.
2. STS Wire Mesh Air Cleaner
- Ventilation ability and air flow is stable. - Pore Size formation is constant. - Stable flow for water inclusion. - Mesh density is constant. - Reusability is possible. - Recycling is possible.

경적인 측면에서 공업 폐기물인 공기청정기를 기존의 공기청정기와 비교하였을 때 엔진 성능에 저해하지 않는 범위에서 재생하여 사용하고자 하는데 본 연구의 목적이다.

Table 1은 기존의 합성 섬유형 공기청정기와 철망형 공기청정기에 대해 일반적인 사항을 비교한 것이다. 본 실험은 기화기의 주제트(main jet)를 조정하지 않은 상태에서 스테인리스 철망 공기청정기가 엔진 성능에 미치는 영향에 대한 기초적인 실험이다. 따라서 기화기의 세팅(setting)은 종이형 공기청정기에 적합하게 설계되어 있음을 밝혀둔다. 본 실험에 사용된 변수는 엔진 회전수를 4000 rpm에서 10000 rpm까지 구간을 두었다. Table 2는 본 실험에 사용된 2륜 자동차 엔진에 대한 제원을 나타낸 것이다.

Table 2 Specifications of test engine

Engine type	4-stroke, 1-cylinder 4-valve, SOHC S.I engine
Displacement	124.1 cc
Cooling type	Oil cooler
Bore×Stroke	56.0×49.5 mm
Compression ratio	9.5
Max. Power	8.46 kW/9000 rpm
Max. Torque	9.81 N·m/7000 rpm

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 각 모델의 엔진 출력에 대하여 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 동력의 변동은 미세하게 나타내고 있으나 전반적인 출력의 변동은 거의 없는 것으로 판단된다. 엔진 제원표 상의 최대 출력은 8.64 kW/9000 rpm이나 실험 결과 각 모델 전부 약 8.80 kW가 넘게 측정되었다. 그러나 10000 rpm을 넘어서면서 기존의 종이형 공기 청정기인 기존(base) 모델의 경우 7.66 kW으로 감소한 반면에 200 mesh의 경우 8.25 kW, 250 mesh의 경우 6.79 kW, 마지막으로 300 mesh의 경우에는 8.20 kW를 기록함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 엔진 내부에서 발생하는 마찰 손실과 흡입 공기량의 부족으로 인해 출력이 감소하게 되는데 철망형 공기청정기를 사용함에 대기의 공기 유입 및 유량이 증가됨에 따라 출력의 차이가 나타나는 것으로 사료된다. 그러나 10000 rpm에서 250 mesh가 가장 낮게 나타나는 이유는 기화기의 세팅(setting)에서 나타나는 현상으로 흡입되

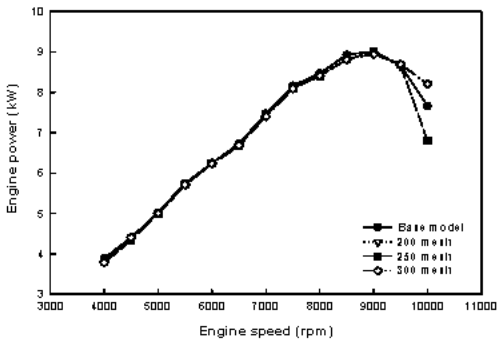


Fig. 4 Distributions of horse power for engine speed with various air cleaners.

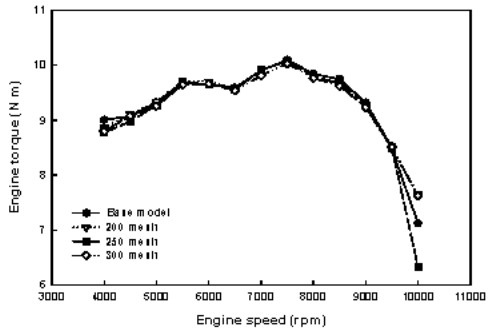


Fig. 5 Distributions of engine torque for engine speed with various air cleaners

는 공기량이 기화기와 맞지 않아 발생하는 것으로 판단된다.

Fig. 5는 엔진 토크에 대하여 실험한 결과 값이다. 엔진 토크 또한 제원표 상에서 제시한 최고 토크 값인 9.81 N-m/7000 rpm과 비슷한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 실험한 결과 대체적으로 7000 rpm~8000 rpm 사이에서 토크가 9.81 N-m로 유지되고 있다가 이후 rpm에서 다시 하강하는 결과를 보여주었다. 전반적으로 8.83 N-m에서 9.81 N-m로 실험 변수 모두 비슷한 토크 값을 보여줌으로써 별다른 엔진의 조정 및 변화 없이 안정적인 결과를 얻을 수 있었다. 8000 rpm 이후 토크가 하강하는 것은 출력과 마찬가지로 엔진 내부에서 발생하는 마찰손실과 회전수 증가에 따른 체적 효율 감소에 의한 것으로 사료된다.

Fig. 6은 엔진에서 소비되는 연료의 양을 나타내는 것이다. 전반적으로 200 mesh와 300 mesh가 기존 모델에 비해 비교적 낮은 연료 소비율을 나타내고 있음을 알 수 있었고, 250 mesh의 경우 기존 모델과 비교할 때 비교적 유사한 연료 소비량을 나타내고 있었다. 200 mesh의 경우 흡기 저항이 다소 낮기 때문에 흡입 공기량이 증가함에 따른 연소실 내의 체적 효율이 높아져 6000 rpm 이상에서 다소 연료 소비량이 낮게 나타나는 것으로 사료된다. 또한 base 모델의 경우 5500 rpm에서 8000 rpm 구간에서 거의 유사한 연료 소비량을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 10000 rpm에서 250 mesh의 데이타는 실험 오차인 한 것으로 사료된다. 전반적으로 엔진 성능을 비교해보면 기계적인 측면에서는 모두 비슷한 엔진 성능을 보여줌으로써 기존의 종이형 공기 청정기를 대체하여도 엔진 성능에 크게 지장을 주지 않고 안정적인 요구 성능을 이룰 수 있을 것으로 사료된다.

Fig. 7은 CO농도에 대한 각 모델에 대한 실험 결과이다. 전체적인 흐름을 보면 5000 rpm 이하에서 200 mesh와 300 mesh의 경우가 다소 낮은 결과 값을 나타내고 있었다. 그러나 rpm이 증가함에 따라 300 mesh가 가장 높게 나타났고 기존 모델이 STS 철망형 모델에 비해 다소 낮게 나타남을 알 수 있었다. 연소 조건이 수시로 변하는 엔진의 특성을 고려할 때 철망형 모델 모두가 기존 모델과 비교할 때 근접한 성능을 나타내고 있으므로 철망형 모델을 사용할 경우 엔진 성능 저하에 대한 예상은 배제할 수 있게 되었다.

Fig. 8은 HC 농도를 나타내고 있다. 200 mesh일 때는 전 구간 낮은 분포를 나타내고 있었고, 300 mesh 또한 기존 모델에 비해 5000 rpm 이하에서 전체적으로 낮은 HC 농도를 나타냄을 알 수 있었다. 그러나 rpm이 증가함에 따라 기존 모델이 200 mesh와 300 mesh에 비해 다소 높게 나타남에 따라 STS 철망형 모델의 경우가 우수한 것으로 사료된다. 그러나 250 mesh에서는 오히려 전 구간이 다소 높은 결과 값을 나타내고 있는

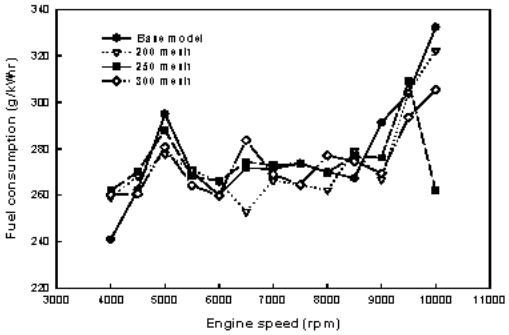


Fig. 6 Distributions fuel consumption for engine speed with various air cleaners.

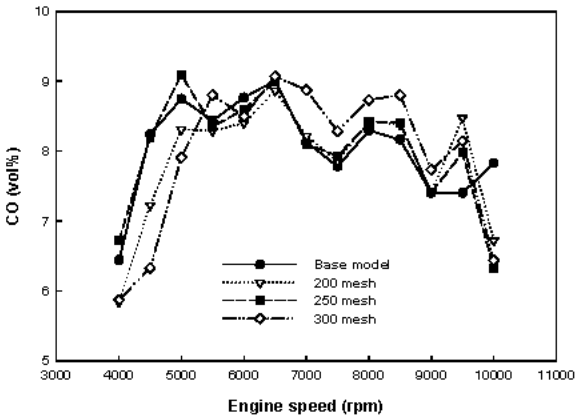


Fig. 7 Distributions of CO concentration for engine speed with various air cleaners.

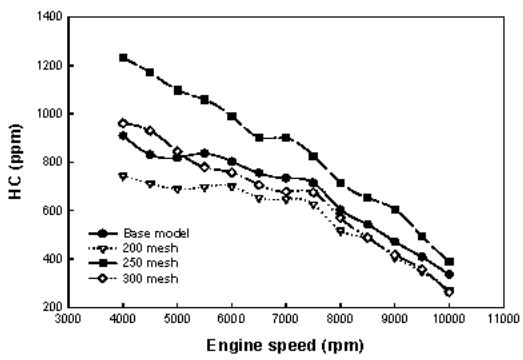


Fig. 8 Distributions of HC concentration for engine speed with various air cleaners

데 이부분이 HC 농도에서 특이한 결과를 나타냄으로써 향후 세부적으로 추가 실험을 통해 원인을 밝히고자 한다.

Fig. 9는 각 모델에 대한 공연비를 나타내고 있으며, 모델 모두가 불규칙한 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 전반적으로 200 mesh에서 공연비가 다소 높게 나타났는데 이는 다른 모델에 비해 mesh의 간극이 크기 때문에 흡입 공기량이 증가된 것으로 사료된다. 따라서 Fig. 8에서 HC의 농도가 낮게 나타남을 알 수 있었다. 전반적으로 흡입 공기량이 높은 구간에서 CO량과 HC량이 감소하는 경향을 나타냄에 따라서 200 mesh의 경우가 배기가스 특성에서는 가장 우수한 것으로 사료된다.

Fig. 10은 엔진 회전수에 따라 점화 플러그 시트에서의 온도를 나타낸 것이다. 공기 청정기의 모델에 따른 연소실 내에서의 온도를 간접적으로 알 수 있다. 일반적으로 엔진 회전수가 증가함에 따라 플러그 시트의 온도가 상승하는 것을 알 수 있었고, 각 모델에 따라 온도차가 남을 알 수 있었다. 기존 모델의 경우 다소 온도가 낮게 나타났고, 250 mesh에서 비교적 높은 온도를 나타내고 있었다.

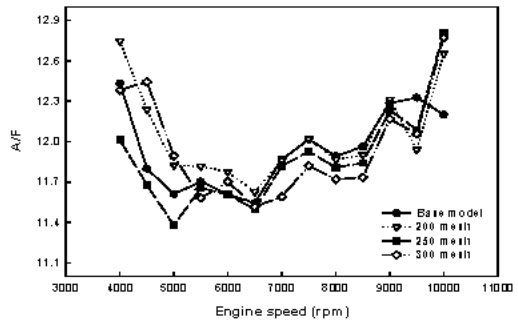


Fig. 9 Distributions of A/F for engine speed with various air cleaners

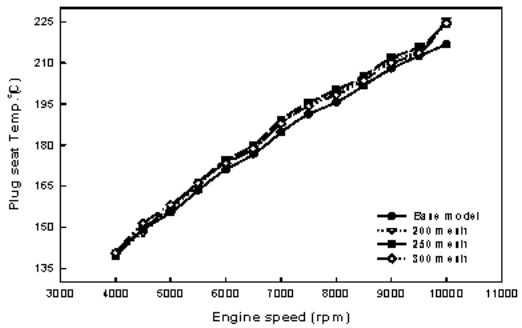


Fig. 10 Distributions of temperature of ignition plug seat for engine speed

4. 결 론

본 연구는 2륜 자동차에 사용되는 공기 청정기의 재질을 STS로 하였을 경우 엔진 성능에 미치는 결과에 대한 실험으로 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. STS 소재의 공기 청정기 개발에 대한 가능성을 확인하였다.
2. 출력은 4가지 실험 모델 모두 비슷하게 나타남에 따라 STS 소재를 사용하였을 때 엔진 성능에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.
3. 기화기의 조정 및 개선 없이 기존 엔진 성능의 수준을 보여주었다.
4. CO량은 6500rpm 이하에서 기존 모델과 비교할 때 200mesh가 약 5.69 %, 250mesh는 0.025%, 300 mesh일 때는 약 6.59%가 감소하였다. 그러나 7000rpm 이상에서 200mesh, 250mesh, 300mesh는 약 3.47%, 2.28%, 7.20%로 기존 모델에 비해 증가하였다.
5. HC 농도의 경우 200mesh의 모델이 가장 낮은 분포를 나타내고 있음을 알 수 있었고 기존 모델과 비교할 때 전체적으로 약 14.74% 감소하였다.

후 기

본 연구는 2002년도 BK21 사업비와 대림자동차공업주식회사 지원에 의해 연구되었으며 이에 관계자들께 감사를 표합니다.

참 고 문 헌

1. 진정선 외 4인, "퍼지이론을 이용한 차량용 에어크리너의 DFDA", 한국자동차공학회 논문집, 제9권, 제1호, pp. 148~155, 2001
2. 이천환 외 4인, "자동차용 공기청정기 시험기자동화기술 개발", 한국자동차공학회 춘계학수대회 논문집, pp. 659~664, 2000
3. 이천환 외 4인, "자동차용 공기청정기의 시험방법에 따른 신뢰성 평가", 한국자동차공학회 춘

계학술대회 논문집, pp. 673~678, 2000
4. 김재철 외 5인, "소형4Stroke 엔진에서 2차공기분사장치의 특성에 관한 연구", 한국자동차공학회 추계학술대회 논문집, pp. 41~46, 2000
5. H. C. Wu and S. M. Yang, "Emission Control Technologies for 50 and 125cc Motorcycles in Taiwan", SAE 980938, 1998
6. M. A. Tyo and D. R. Palke, "Thermal and Poisoning Effects on the Performance of Motorcycle Emission control Catalysts", JSAE 9938056, 1999
7. 이중섭, "자동차 소음기 형상이 배기소음과 배기가스에 미치는 영향", 경상대학교 기계공학과 공학석사 학위논문, 2001