

대형디젤기관에서 자동차 흡기 에어필터 장착에 따른 성능에 관한 연구

나 완 용^{*1)} · 오 상 기²⁾

신성대학 자동차과¹⁾ · 국민대학교 자동차전문대학원²⁾

A Study on the Performance for Heavy-duty Diesel Engine with Intake Air Filter

Wanyong Rha^{*1)} · Sangki Oh²⁾

¹⁾Department of Automotive Engineering, Shinsung College, Chungnam 343-861, Korea

²⁾Graduate School of Automotive Engineering Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

(Received 16 September 2004 / Accepted 30 October 2004)

Abstract : Air cleaners in all of the automotive engines have been used for decades. In the early 1920's the oil bath type was the popular shape of air cleaners. The air cleaners of the oil wetted bath type were introduced in 1940's. The shape of the dry pleated paper type media was introduced in the 1950's. This trend still continues with new and innovative media being introduced. Engine air cleaners should have effectively removed and reduced harmful contaminants being ingested into engines. This studies show that both, the ingested contaminant size and concentration need to be controlled. This paper compare and analyze the characteristics over the economics, engine performances and reduction of noises of power-plus air filters with wet paper which were stucked to heavy duty diesel engine.

Key words : Engine air cleaner(에어클리너), Media(여재), Protect engine(엔진보호)

1. 서론

전세계적으로 자동차 대수의 급진적인 증가에 따라 에너지 및 대기오염 등에 의한 환경오염문제가 대두되면서 이에 따른 위기 의식이 전세계적인 공감대를 형성하여 선진국은 물론 우리나라에서도 자동차에 대한 엄격한 법적 규제를 가하고 있다.¹⁾

이와 관련하여 자동차의 성능향상 및 배출가스 저감을 위한 목적으로 후처리기술들이 연구되고 있으나 실용화 및 경제적 측면에서 많은 어려움이 유발되고 있다. 이와 관련하여 제 3의 생활공간으로서의 자동차에 대한 쾌적한 환경의 요구와 전처리기술에 대한 관심이 고조되면서 흡기시스템에 대한

연구가 활발히 진행되고 있다.²⁾ 특히, 자동차용 에어필터는 기관으로 흡입되는 공기 중에 포함된 유해한 분진 및 부유입자를 제거함으로써 내구성을 향상시키며, 기관 흡기시스템 내의 흡기저항으로 인한 맥동음을 에어크리너의 형상, 체적변경 및 공기유동제어를 통해 정숙한 기관운전을 가능하게 한다. 따라서 최적의 에어크리너 시스템 요구조건은 Fig. 1과 같이 부유입자의 집진효율과 분진포집량 향상, 낮은 통기저항으로 인한 기관출력 향상 및 흡기성능을 보장하는 것이다. 이러한 요구조건의 자료를 얻는 방안으로 최근 흡기 맥동음과 공기의 유동현상을 정량적으로 예측할 수 있는 수치해석적인 방법이 많이 개발되어 최적의 요구조건을 만족시키는 방법으로 활용되고 있으나 에어크리너의 성능에

^{*}To whom correspondence should be addressed.
rwy@shinsung.ac.kr

직접적인 영향을 미치는 에어필터는 그 종류가 다양하고 구성물질이 매우 복잡하므로 수학적 방법을 이용하여 요구조건을 충족하기에는 상당한 어려움이 있다. 결국 최종 적용단계에서는 반복된 시험과 분석이 이루어져야 한다.³⁻⁵⁾

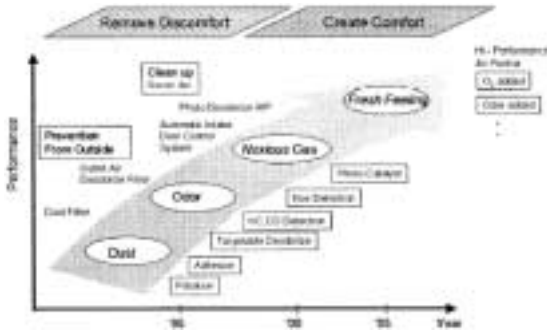


Fig. 1 Development of air quality techniques⁶⁾

따라서 본 연구에서는 여과재로 폴리에스테르 Foam 을 사용한 습식여지(Wet paper)를 사용한 파워플러스 에어필터를 대형디젤기관에 장착하여 기관 성능 및 소음저감 특성을 비교·분석하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

일반종이필터와 습식필터 장착에 따른 차량성능 및 소음특성을 파악하고자 국내 대형디젤차량(14.5 ton, Mileage : 255,000km)을 대상으로 실험하였으며, 실험차량과 측정장치는 Fig. 2와 Table 1과 같다.

Fig. 3은 본 실험에 사용된 일반종이필터와 여과재로 폴리에스테르 Foam 을 사용한 습식필터를 나타내었다. 폴리에스테르 Foam 은 Open cell type으로 수십만개의 미세한 공기구멍으로 형성된 허니컴(Honeycomb)모양의 3차원 입체구조로 되어 있어 공

Table 1 Specification of measuring instrument

Specification	Model	Maker
Speed sensor	DLS-1	Datron
Data acquisition unit	μEEP-30	Datron
Sound level meter	LA-1210	Ono sokki
Tem./hygrometer	HM34C	Vaisala
Anemoscope	NO. 24	Ota



Fig. 2 View of heavy-duty vehicle to test



(a) Dry filter

(b) Wet filter



(c) Polyester form

Fig. 3 View of air filter

공율(空隙率)이 98%나 되며, 비휘발성이며 무색무취의 고점도 광물성 기름을 흡착시켜 표면여과(Surface retention)와 흡입식 심층여과(Depth retention)의 2중 복합방식으로 미세한 먼지(~3μ)까지 여과하면서도 통기성이 그대로 유지하도록 제조된 필터이다.

2.2 실험방법

일반종이필터와 본 연구에 사용된 습식필터 장착에 따른 자동차성능측정을 위해 각 필터 장착 후 가속성을 실험하였다. 이를 위해 시험차량의 일반주행 가속조건인 6단 50km/h로 정속주행 중 급가속(Wide Open Throttle : WOT)하여 80km/h에 도달하는 시간을 측정하여, 최고시간과 최저시간을 제외한 3개의 데이터 평균값을 구하였다. 또한 소음측정은

배기소음과 실내소음으로 나누어 실험하였으며, 실내소음측정은 차량의 정속주행조건인 6단 60km/h로 주행상태를 안정화시킨 조건에서 정속주행시 10초 동안의 측정치를 평균하였다. 배기소음은 차량의 배기소음 측정조건인 기관 아이들, 기어중립조건에서 가속하여 10초간 2,500 rpm을 유지한 상태에서 최저값과 최고값을 제외한 3개의 데이터를 평균하여 도출하였다. 실험장소의 외기조건은 온도 28℃, 습도 45%, 풍속 2.5m/sec이다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 가속성능

Fig. 4는 필터장착에 따라 흡입공기량의 차이에 의한 차량의 성능특성을 파악하고자 일반 종이필터 장착시의 가속성능을 나타낸 것으로서 가속시간이 최종 20.3초로 나타났다.

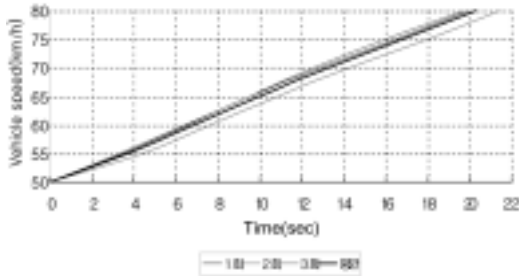


Fig. 4 Result of dry filter

Fig. 5는 습식필터 장착시의 가속성능을 나타낸 것으로 가속시간이 최종 19.8초로 종이필터와 비교했을 때 15.5%의 가속성능 향상결과가 나타났다. 이 두 가지 결과에서 동일한 필터라도 동일한 공공율에서 기공의 크기를 작게 할수록 고효율의 여과성능을 나타낼 수 있다. 또한 기관 흡입공기량이 증가하면 필요 여과면적은 커져야 한다. 그러나 차량의 경량화 및 원가절감을 위해서는 에어필터의 여과면적과 에어클리너의 크기를 감소시킬 필요성이 있고, 이를 위해서는 단위 면적당 분진포집량이 많은 고효율의 여재가 필요하다. 따라서 이러한 분진포집량을 증가시키면서, 에어클리너의 통기저항 규제치를 만족할 수 있는 에어클리너의 성능이 요구된다.

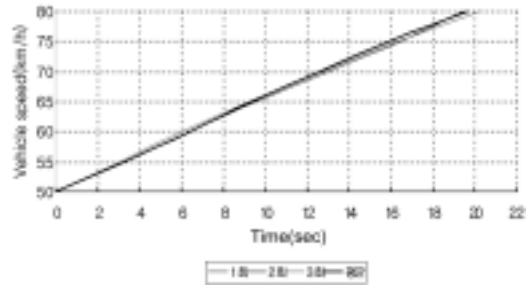


Fig. 5 Result of wet filter

Fig. 6은 일반종이필터와 습식필터의 가속성능을 비교한 결과로서 습식필터의 가속성능이 일반종이필터보다 약 0.5초정도 빠르게 나타남을 알 수 있다.

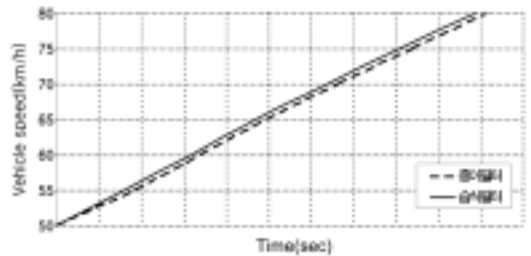


Fig. 6 Result of acceleration performance with filter

3.2 소음성능

3.2.1 실내소음

필터의 종류에 따라 운전자가 느끼게 되는 소음은 차량의 실내소음과 필터에 의한 여과율과 집진율에 따라 실린더내 연소효율의 향상으로 배기소음으로 나타낼 수 있다. Fig. 7은 종이필터와 습식필터 장착에 따른 소음특성을 나타낸 것으로 필터장착에 따른 실내소음특성은 종이필터와 습식필터에 관계없이 동일하게 나타났다.

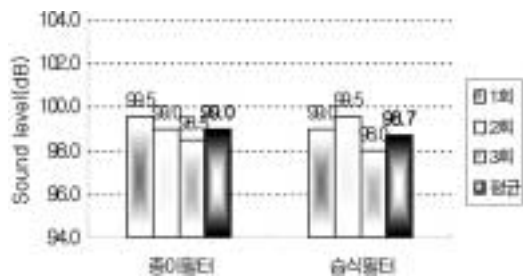


Fig. 7 Result of indoor noise with dry filter

Fig. 8은 배기소음에 대한 종이필터와 습식필터 장착에 따른 특성으로서 실내소음과 같이 동일한 소음특성을 보이고 있다. 이는 디젤기관 장착용 에어크리너의 통기저항 규제치가 높아, 적용되는 차량의 종류, 흡기시스템, 에어크리너 및 에어필터의 형상과 구조에 의해 통기저항값은 정격공기량의 증감과는 다소 차이가 생기는데 이것은 흡·배기소음의 저감을 위해 통기저항의 규제를 강화한 결과이다. 따라서 본 연구에 사용된 습식에어필터는 종이필터의 소음특성과 동일한 특성을 나타내었다.

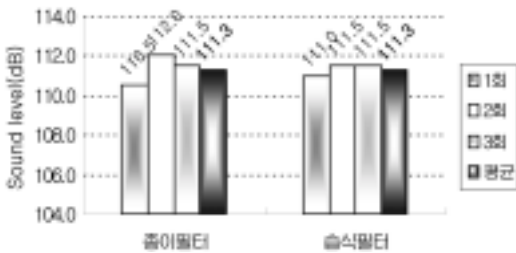


Fig. 8 Result of exhaust noise with dry filter

4. 결론

일반 종이필터와 습식필터를 사용한 에어크리너를 대형디젤기관에 장착하여 기관의 가속성능 및 소음특성을 비교해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 대형디젤기관에 장착한 종이 및 습식필터에 대한 가속성능은 습식필터를 장착한 후의 가속성능이 19.8초로 장착전의 20.3초 보다 0.5초(2.5%) 빠르게 나타났다.
- 2) 필터제질에 따른 추월가속성능에서 종이 및 습

식필터의 초기가속성능을 비교한 결과값을 토대로 초기상태만을 비교하여 본 결과 15.5%로 나타났다. 초기 가속감의 증가는 운전자에게 더 많은 가속감을 느끼게 할 수 있기 때문에 상대적인 효과는 높다고 할 수 있다.

- 3) 실내소음과 배기소음의 측정결과는 장착전과 후에 거의 차이가 없게 나타났다. 이것은 디젤차량의 강화된 소음규제를 습식필터가 충분히 만족하고 있음을 알 수 있다.

References

- 1) B. C. An and M. D. Oh, "A Study on the Filter Media and Performance of Intake Air Filter for Vehicular Engine," SAREK, Vol.16, No.1, p.23, 2004.
- 2) C. H. Lee and B. S. Kim, "Automatic Test System Development for Automobile Air Cleaner," Int. J. Automotive Technology, Vol.1, No.2, p.105, 2000.
- 3) J. S. Kim, "Development of a Porous Aluminium Air Filter," BKIM, Vol.10, No.6, p.12, 1977.
- 4) N. J. Bugli, "Service Life Expectations and Filtration Performance of Engine Air Cleaners," SAE 2000-01-3317, 2000.
- 5) A. Al-Sarkhi and S. Yao, "Effects of Vehicular Air Filter Housing Configuration and Filter Resistance on Filter Flow Distributions and Filtration," SAE 1999-01-0007, 1999.
- 6) Y. Honda, "Development of Cabin Air Quality System," SAE 2001-01-0292, 2001.