Appl. Chem. Eng., Vol. 31, No. 3, June 2020, 338-340
https://doi.org/10.14478/ace.2020.1027

Communication

견운모가 함유된 에어필터가 디젤자동차 연비에 미치는 영향

심무준 · 김무늬 · 진강중* · 이승목†

가톨릭관동대학교 바이오융합공학과, *(주)동양이앤피
(2020년 3월 30일 접수, 2020년 4월 10일 심사, 2020년 4월 20일 채택)

Effect of an Air Filter Containing Sericite on Diesel Vehicle Fuel Economy

Moo Joon Shim, Munni Kim, Kang-Jung Jin*, and Seung-Mok Lee†

Department of Biosystems and Convergence Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung 25601, Korea
**DongYang E&P, LTD. Seosan 31953, Korea*
(Received March 30, 2020; Revised April 10, 2020; Accepted April 20, 2020)

초 록

견운모는 도자기와 페인트 등의 원료로 쓰이고 있으며 근래에는 흡착제로서 폐수 내 중금속 제거에도 널리 이용되고 있다. 견운모에 함유되어 있는 성분들이 공기 중의 습기와 반응하여 산소를 배출한다는 원리를 이용하여 견운모 분말이 포함된 에어필터를 개발하였다. 새로 개발된 에어필터가 실제로 디젤자동차에 장착되었을 때 연비를 향상시키는지에 대하여 시험하였다. 그 결과 시험에 이용된 디젤자동차가 워밍업이 되었을 때 기존 에어필터를 장착했을 때와 비교하여 연비는 10~17% 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 개발된 에어필터가 배출가스(HC, CO, NOx) 배출량에 미치는 영향은 아직 조사되지 않았으며 차후 이에 대한 연구가 필요하다.

Abstract

Sericite is used as a raw material for ceramics and paints, and recently it is widely used as adsorbents to remove heavy metals in wastewater. A new air filter containing sericite was developed using the principle of which components contained in the sericite react with moisture in the air to release oxygen. We tested whether the newly developed air filter actually improves fuel efficiency when mounted on a diesel vehicle. When the diesel vehicle used in the test was warmed up, the fuel efficiency increased by 10~17% compared to when an existing air filter was installed. However, the effect of the developed air filter on the amount of emissions (HC, CO, NOx) has not been investigated, and further research is required for the diesel vehicle emissions.

***Keywords**: Sericite, Air filter, Fuel efficiency*

1. 서 론

견운모(sericite)는 일반적으로 층상구조의 수화된 알루미늄 규산염 광물의 일종이다. 견운모에는 알카리 원소의 양이 10~11%로 높기 때문에 장석 등의 첨가 없이 유리질화가 가능하여 견운모는 위생도기, 내화물, 타일, 및 도자기를 제조하는데 널리 쓰인다[1]. 또한 페인트와 고무제품의 충전재, 화장품 등의 원료에 쓰이고 있다[1-3]. 환경 분야에서는 견운모 표면의 음전하를 이용하여 납과 같은 양이온의 중금속을 폐수에서 흡착 제거할 수 있는 흡착제로도 널리 활용되어 왔다[4-6].

희토류 금속산화물 즉 CeO_2는 공기 중에 포함된 일산화탄소(CO)를 산화시키는 촉매 역할을 하는 것으로 알려져 있다[5]. 즉, CeO_2 표면에 수증기가 수산화기(OH group)와 수소로 해리흡착된다($H_2O \rightarrow OH + H$)[7]. 수산화기의 산소와 CO가 반응하여 CO_2가 형성되고 수소를 생산한다[7]. 따라서 CeO_2는 자동차의 완전연소를 위해서 첨가될 수 있다. 또한 견운모에 함유되어 있는 이산화규소(SiO_2)와 산화알루미늄(Al_2O_3) 등이 공기 중의 수분과 반응하면서 공기 중의 습기와 활발한 이온교환을 하면서 산소가 생성된다. 견운모에 CeO_2를 코팅시킨 후 에어필터에 주입한다면 공기에 포함된 산소의 농도를 증가시켜 주어 연료의 연소효율을 향상시켜 줄 것으로 판단된다. 본 연구에서는 CeO_2가 코팅된 견운모가 포함된 에어필터를 개발하여 기존의 에어필터와 개발품 에어필터가 디젤 엔진자동차의 연비에 미치는 영향을 비교하였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1. 개발된 에어필터

CeO_2를 물과 함께 견운모 분말에 혼합시켜 200 ℃ 이하의 온도에

† Corresponding Author: Catholic Kwandong University, Department of Biosystems and Convergence Engineering, Gangneung 25601, Korea
Tel: +82-33-649-7535 e-mail: leesm@cku.ac.kr

pISSN: 1225-0112 eISSN: 2288-4505 @ 2020 The Korean Society of Industrial and Engineering Chemistry. All rights reserved.

Table 1. Specification of Test Vehicle and Engine

Specification of test vehicle		Specification of test engine	
Model	Vehicle	Model	Engine
Length × width × height (mm)	4,965 × 1,900 × 1,755	Output	145 HP
Wheel base (mm)	3,060	Engine type	I4 XVT
Wheel distance (front/rear) (mm)	1,570 / 1,570	Number of cylinders	4
Driving method	Rear wheel drive	Displacement	1,998 CC
Transmission	Automatic	Max. torque	31.6 kg·m
Fuel	Diesel	Fuel efficiency	11.6 km/L

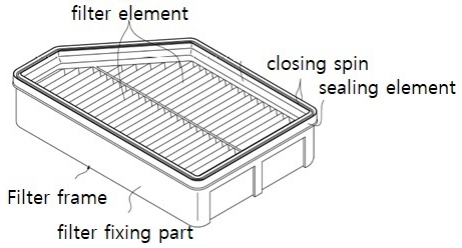

Figure 1. Sectional view of newly developed air filter with sericite.

열처리하면 견운모 표면에 CeO_2가 코팅이 된다[5]. CeO_2가 코팅된 견운모 분말을 에어필터에 주입하여 새로운 에어필터를 개발하였으며 그 단면도를 Figure 1에 나타냈다. 이 에어필터에는 내연기관의 엔진에 공급되는 공기를 여과하도록 공기의 이물질을 제거하는 필터부재와, 상기 필터부재를 내부에 고정시키는 필터프레임으로 구성된다. 필터부재에는 망상 구조를 갖는 그물망과 그물망에 구비되는 CeO_2로 개질된 견운모 분말이 포함된다.

2.2. 시험방법

A사의 디젤자동차를 이용하여 시험을 진행하였으며, Table 1에 시험에 사용된 차량의 제원과 엔진제원을 나타냈다. 새시동력계(chassis dynamometer) 시험모드에 사용된 FTP 75 모드는 cold transient (냉각운전 과도조건) 505 s, cold stabilized (냉각운전 안정운전조건) 869 s, hot transient (열간운전 과도조건) 505 s로 구성하였다. 이들 각각의 운전을 Phase I, Phase II, Phase III 조건으로 명명하였다. 본 시험에서는 시험의 정확성을 위하여 cold start 조건(차량을 하루 이상 시동을 걸지 않은 상태에서 처음으로 시동 후 운전하는 조건)에서 시험을 수행하였다.

3. 결 과

개발된 에어필터의 연비향상에 대한 시험 결과를 Table 2에 나타냈다. Phase I의 운전조건에서는 기존 제품과 개발품 에어필터 장착 시 유사한 연비를 보였으나 엔진의 워밍업이 충분히 이루어지는 Phase II나 III의 조건에서는 10~17% 증가하는 것으로 나타났다. 개발품 에어필터에 코팅된 조성물에 사용된 견운모의 분자구성은 $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$이며, 이산화규소($SiO_2$)와 산화알루미늄($Al_2O_3$)과 산화칼륨($K_2O$)과 산화칼슘(CaO)과 산화철($Fe_2O_3$)과 산화마그네슘(MgO)과 산화나트륨($Na_2O$) 등 견운모의 주성분들이 물과 반응하는 성질로부터 공기 중의 습기와 활발한 이온교환을 한다. 그리고 마이너스 이온(O_2^-)을 방출하며, 마이너스 이온(O_2^-)은 공기 중에 존재하는 양이온과 결합하여 산소가 된다[5]. 다시 말해, 견운모 성분이 공기와 접촉 시에 산소를 생성함으로써 내연기관의 연료효율을 높이는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 2. The Results of Fuel Efficiency (km/L) Test when Operating in FTP 75 Mode (n = 3)

Phase	Existing air filter	Developed air filter	Improvement rate
	Average (A)	Average (B)	
I	16.2	15.9	-1.8%
II	23.7	27.8	+17.4%
II	27.8	30.9	+10.9%

4. 결 론

CeO_2로 개질된 견운모 분말을 에어필터에 포함시킨 새로운 에어필터를 개발하였고 개발된 에어필터가 디젤자동차 연비에 미치는 영향을 조사하였다. 시험결과 충분한 워밍업이 이루어진 상태에서는 연비 증가의 효과가 뚜렷이 나타났다. 그러나 본 연구에서는 새로이 개발된 에어필터가 배출가스(예: HC, NOx, CO)에 미치는 영향은 포함되지 않았다. 따라서 차후에는 견운모 분말이 함유된 에어필터가 배출가스에 미치는 영향에 대한 연구가 요구된다.

감 사

본문은 2018년도 동해견운모 성과활용(지역기술개발용역과제)으로 산업통상자원부의 지원을 받아 수행된 연구(No. 201700530001)입니다.

References

1. J.-S. Lee, S.-P. Choi, and J.-O. Kim, Mineral component and solution characteristics of sericite, Abstract of annual meeting of Korean Society of Water Environment and Korean Society of Water and Wastewater, 564-565 (2012).
2. H. G. Cho and J. H. Noh, Properties and availability of illite-mica minerals, *J. Miner. Soc. Korea (Mineral & Industry)*, **16**, 1-16 (2003).
3. M. Kim, Lalhumunsiama, S-M. Lee, and K-J. Jin, Preparation of natural wall paint by using sericite clay, *Appl. Chem. Eng.*, **28**, 501-505 (2017).
4. H-J. Choi, Removal of Pb(II) from aqueous solution using hybrid adsorbent of sericite and spent coffee grounds, *Appl. Chem. Eng.*, **29**, 571-580 (2018).
5. K-J Jin, Air filter for internal combustion engine with modified mi-

ca minerals, *Korean Patent 10-1743201* (2017).
6. D. Tiwari, H. U. Kim, and S. M. Lee, Removal behaviour of sericite for Cu(II) and Pb(II) from aqueous solution: Batch and column studies, *Sep. Sci. Technol.*, **67**, 11-16 (2007).
7. H. B. Im, S. J. Kwon, C. K. Byun, H. S. Ahn, K. Y. Koo, W. L. Yoon, and K. B. Yi, Effect of support geometry on catalytic activity of Pt/CeO_2 nanorods in water gas shift reaction, *Korean Hydrogen New Energy Soc.*, **25**, 577-585 (2014).

Authors

Moo Joon Shim; Ph.D, Professor, Department of Biosystems and Convergence Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung 25601, Korea; moojoonshim@gmail.com

Munni Kim; Ph.D, Lab Manager, Department of Biosystems and Convergence Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung 25601, Korea; monyangi@naver.com

Kang-Jung Jin; B.A., CEO, DongYang E&P, Ltd. Seosan 31953, Korea; dyep@hanmail.net

Seung-Mok Lee; Ph.D, Professor, Department of Biosystems and Convergence Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung 25601, Korea; leesm@cku.ac.kr