Journal of the KSTLE Vol. 25, No. 2, April 2009, pp. 120~124
The Korean Society of Tribologists & Lubrication Engineers

자동차 섀시 시스템에 유입되는 먼지입자에 의한 고무-시일 부품의 마멸특성 PART Ⅰ: 자동차 섀시 시스템에 유입되는 먼지입자분석

정순오 · 원태영 · 김기훈* · 김대성* · 이영제†

성균관대학교 기계공학부
*자동차부품연구원(KATECH)

Wear Characteristics of Rubber-Seal for Inflow of Dust Particle in Automobile Chassis System PART Ⅰ: Analysis of Dust Particle for Inflow in Automobile Chassis System

Soon-Oh Chung, Tae-Yeong Won, Gi-Hoon Kim*, Dae-Sung Kim* and Young-Ze Lee†

Dept. of Mechanical Engineering, SungKyunKwan University
**Korea Automotive Technology Isntitute(KATECH)*
(Received February 17, 2009; Revised March 15, 2009; Accepted March 16, 2009)

Abstract – In automobile chassis system, several environmental factors weaken durability of automobile's components. The environmental factors are temperature, humidity, intensity of radiation and dust particle inflow. Especially, dust particle inflow leads to increase in friction and wear of automobile's components. The wear of automobile's component leads to increase in noise and exerts a bad influence on life of components. In this study, dust particles were investigated for study on the influence of dust particle inflow. Dust particles are collected on urban area, rural area and highway in China. The size of dust particle is analyzed using the image plus program, and the element of dust particle is analyzed using the SEM and EDX. The elements of dust particle are SiO_2 and Al_2O_3. The other elements (Na, Ca, Cl etc..) are detected on urban area and highway.

Keywords – environmental factor, wear, dust particle, size, element

1. 서 론

자동차 섀시 시스템은 동력 전달 장치, 조향 장치, 제동 장치, 현가 장치 등으로 이루어져 있다. 특히, 제동 장치나 조향 장치는 인명 및 재산에 직접적으로 영향을 주는 장치로서 부품의 내구 신뢰성 확보가 중요하다.

섀시 시스템에서 여러 환경 인자들은 마멸을 유발하고 내구성을 떨어뜨린다[1,2,3]. 섀시 시스템에 영향을 주는 환경 인자로는 온도, 습도, 광량, 주행 중 유입되는 먼지입자와 같은 것들이 있다. 이와 같은 인자들은 고무-시일 부품의 마멸, 부트 고무의 마멸, 부싱 고무의 열화 파손 등을 유발하고 휠 베어링과 볼 조인트의 내구 신뢰성을 떨어뜨려 소음을 증가시키고 승차감을 떨어뜨리며 잦은 잔고장의 원인이 된다[4].

기존의 섀시 시스템 부품에 대한 내구 신뢰성 연구는 가속 수명 시험을 통해 이루어져왔다[5,6]. 그러나 이러한 시험법은 실제 주행 환경에서 발생하는 환경 인자들

†주저자 · 책임저자 : yzlee@skku.edu

Table 1. Data of collected dust particles.

Date	Distance (km)	Weather	Road condition
08.1.15	100	Fine	highway
08.1.15	200	Fine	highway
08.1.17	150	Fine	Urban area -paved road
08.1.21	120	Fine	Rural area -unpaved road
08.1.21	120	Fine	Rural area -unpaved road
08.1.17	150	Fine	Urban area -paved road
08.1.28	300	Fine	Rural area -paved Road
08.1.25	100	Fine	Rural area -paved Road

에 의한 영향은 반영하지 못하는 한계점을 가진다.

따라서 본 연구에서는 여러 환경 인자들 중 주행 중 유입되는 먼지 입자에 대한 성분과 크기를 분석하고, 향후 이를 토대로 하여 실제 주행 환경에서의 먼지 입자에 의한 내구 신뢰성 연구를 수행하고자 한다.

2. 분석 지역 및 분석 방법

2-1. 분석 지역

먼지 입자의 분석은 2008년 국내보다 가혹한 환경인 중국 북부 지역에서 이루어졌다. 측정 지역의 1월 평균 기온은 -30~-20°C이며 평균 적설일은 150일, 적설량은 8,000~10,000 mm이다. 측정 시험은 각 2,000 km 이상의 실제 주행을 통해 이루어졌으며 도시, 농촌, 고속 도로 등의 여러 주행 환경을 통해 수집하였다. 수집이 이루어진 위치는 자동차의 조인트-부싱(joint-bushing)이다.

Table 1은 수집한 먼지 데이터로서 먼지에 대한 측정 위치, 당시의 기후 및 도로 상태에 대해 나타내고 있다.

2-2. 먼지입자의 지역 간 분류

Table 1을 바탕으로 측정 지역 및 도로 구분에 따라 먼지 입자의 상태를 Table 2로 분류하였다. 먼지 입자는 농촌 지역의 경우 도로구분에 따라 포장도로, 비포장도로로 분류되고 도시 지역의 포장도로, 고속도로 지역으로 분류하였다.

Table 2. Classification of collected dust particles due to road condition.

Region	Road condition
Rural area	paved
	unpaved
Urban area	paved
Highway	paved

2-3. 분석방법

수집한 먼지 입자를 가지고 입자의 크기와 성분 분석을 수행하였다. 먼지 입자의 크기 분석은 먼지를 수집한 흡착지의 5%를 광학 현미경으로 촬영하고, 촬영된 데이터를 입자 분석 프로그램을 통해 각 크기별 분포로 분석하였다. 입자성분에 대한 분석은 EDX 를 통해 이루어졌으며 각 지역별 먼지에 대한 성분비는 wt.%(weight percent)로 확인하였다.

3. 분 석

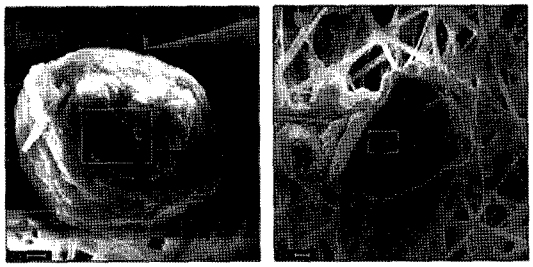
3-1. 지역별 먼지입자의 성분

Fig. 1은 각 지역에서 수집한 먼지 입자를 SEM으로 촬영한 사진이며 Fig. 2는 EDX를 통해 분석한 먼지 입자의 성분 분석표이다.

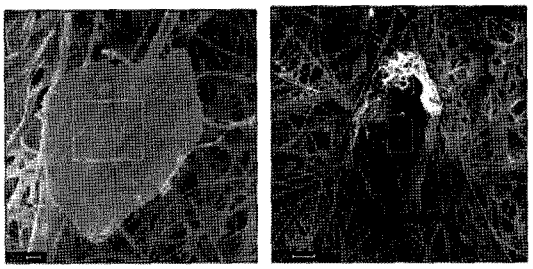
농촌 지역의 경우 먼지입자의 주요 성분은 실리카(SiO_2)이며, 비포장도로에서 포장도로로 갈수록 다양한 먼지 성분이 검출되는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 농촌 지역은 도시 지역에 비해 제설이 잘 안된다는 점에서 염화칼슘($CaCl_2$) 등의 제설제는 먼지입자에 큰 비중을 차지하고 있지 않다는 것을 확인 할 수 있었다.

도시 지역의 경우 먼지 입자의 주요 성분은 실리카와 알루미나로 검출되었고, 실리카와 알루미나의 비율(wt.%)은 2:1, 3:1로 검출되었다. 농촌 지역에 비해 도시 지역의 경우 다양한 성분이 검출되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 농촌지역에 비해 제설이 잘 된다는 점에서 먼지 성분 중 염화칼슘 등의 제설제 성분이 큰 비중을 차지하고 있었다.

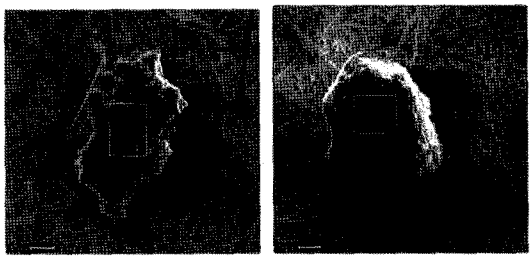
고속도로의 경우 먼지 입자의 주요 성분은 도시 지역과 마찬가지로 실리카와 알루미나로 검출되었다. 실리카와 알루미나의 비율(wt.%)은 8:1, 1:2로 지역에 따라 비율이 큰 차이를 나타내었다. 이는 고속도로 주변의 산업 구조가 먼지입자에 영향을 준 것으로 판단된다. 농촌 지역에 비해 다양한 먼지 성분이 검출되었으며 제설제 성분을 포함하는 것을 확인하였다.



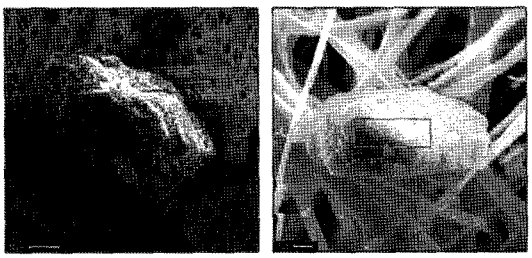
Rural area (paved road)



Rural area (unpaved road)



Urban area (paved road)



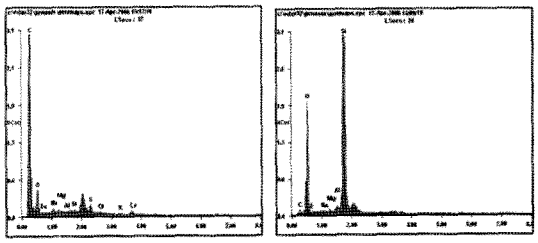
Highway (paved road)

Fig. 1. SEM images of dust particle in each area.

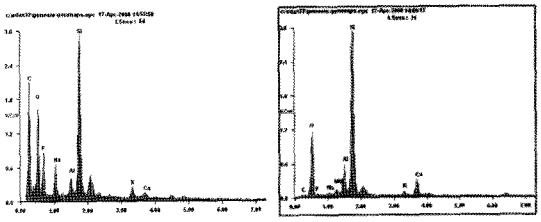
3-2. 지역별 먼지입자의 크기분포

Fig. 3은 각 지역에서 수집한 먼지입자의 크기를 Image plus program을 통해 분석한 그래프이다.

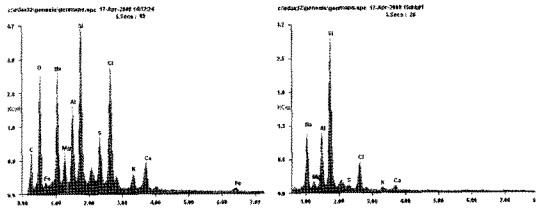
전체적으로 농촌 지역의 경우 포장도로에서 비포장도로로 갈수록 먼지입자의 크기가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 농촌 지역의 포장도로 (Fig.3 a, b)에서는



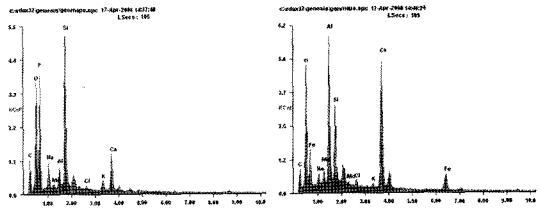
Rural area (paved road)



Rural area (unpaved road)



Urban area (paved road)

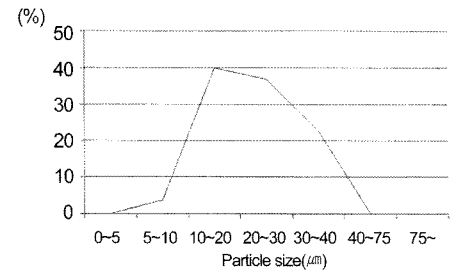


Highway (paved road)

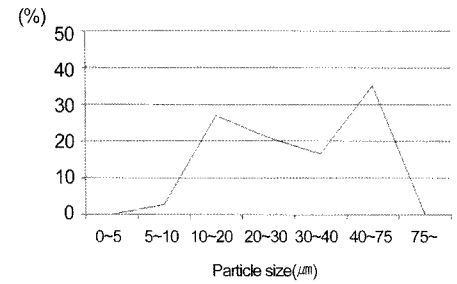
Fig. 2. EDX analysis of dust particle.

10~20 μm, 40~75 μm 정도의 크기가 주요 먼지 입자 크기인 반면, 농촌 지역의 비포장도로 (c, d)에서는 20~30 μm, 40~75 μm 정도의 크기가 주요 먼지 입자 크기로 확인되었다. 지역에 따라 20~30 μm 크기가 주요 크기를 이루는 지역과 40~75 μm 크기가 주요 크기를 이루는 지역으로 구분할 수 있다.

도시 지역 (e, f)의 먼지 크기의 경우 전체적으로 40~75 μm의 먼지 크기가 주요 크기를 이루고 20~30 μm, 40~75 μm의 먼지 크기는 2:5 정도의 비율을 이루고 있다.

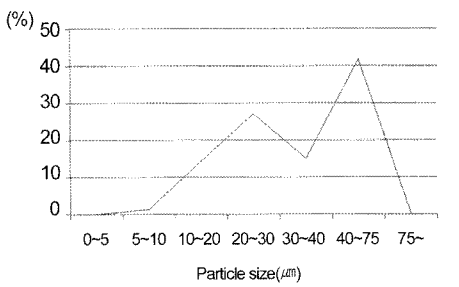


(a)

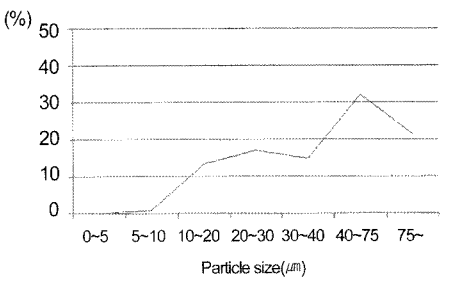


(b)

(a), (b) Rural area (paved road)

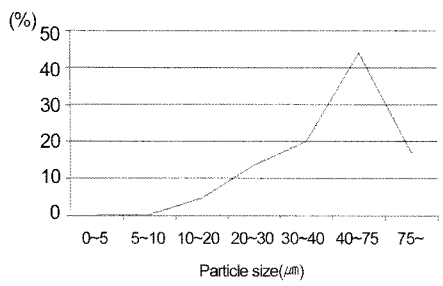


(e)

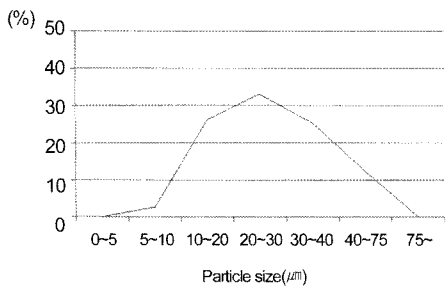


(f)

(e), (f) Urban area (paved road)

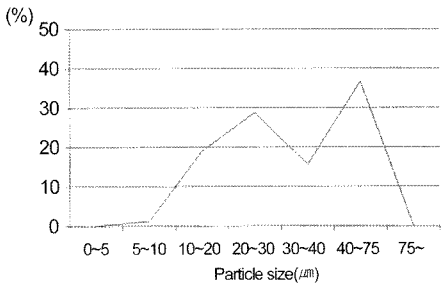


(c)

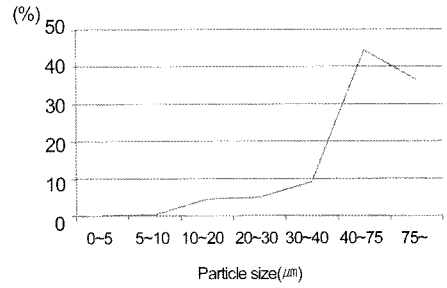


(d)

(c), (d) Rural area (unpaved road)



(g)



(h)

(g), (h) Highway (paved road)

Fig. 3. Size analysis of dust particles.

고속도로 (g, h)의 주요 먼지 크기는 40~75 μm의 입자 크기를 가지며 지역에 따라 20~30 μm의 먼지 크기와 40~75 μm의 먼지 크기가 3:5의 비율을 이루고 있다.

4. 결 론

자동차 섀시시스템에 유입되는 먼지 입자에 대해 먼지 입자의 크기와 성분에 대한 분석을 수행하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 농촌 지역 먼지 입자의 주요 성분은 SiO_2이며, 비포장도로에서 포장도로로 갈수록 다양한 성분이 검출된다. 또한 도시 지역과 고속도로 지역의 먼지 입자의 주요 성분은 SiO_2와 Al_2O_3로 확인되었고, 농촌 지역에 비해 다양한 성분이 검출된다. 그리고 도시 지역과 고속도로 지역에 비해 농촌 지역은 제설이 잘 되지 않으므로 먼지 성분에 $CaCl_2$ 등의 제설제 성분이 큰 비중을 차지하고 있지 않다.

2. 농촌 지역의 경우 포장도로에서 비포장도로로 갈수록 먼지 입자의 크기가 증가한다. 도시 지역의 먼지 크기는 40~75 μm의 먼지 크기가 주요 크기를 이루고 있으며, 20~30 μm의 먼지 크기와 40~75 μm의 먼지 크기가 3:2의 비율을 이루고 있다. 고속도로의 주요 먼지 크기는 40~75 μm의 입자 크기를 가지며 지역에 따라 20~30 μm의 먼지 크기와 40~75 μm의 먼지 크기가 3:5의 비율을 이루고 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. D. Schutz, H. Klatschke, P. Heuler, "Standardized load sequences for car wheel suspension components", LBF-Reports No. FB-191, 1990.
2. 김대성, "자동차용 조인트/씨일 부품 내환경 시험을 위한 오염분체 특성 평가" KSAE 창립 30주년기념 학술대회 논문집 3호, pp. 1265-1270, 2008.
3. W. Tuszynski, R. Michalczewski, W. Piekoszewski, and M. Szczerek, "Effect of aging automotive gear oils on scuffing and pitting", Tribology International 41, pp. 875-888, 2008.
4. 이병수, "자동차 수동 클러치 유압실리터의 마찰 특성", KSAE Vol. 4, No. 14, pp. 32-38, 2006.
5. Steffan W.Duyun and Xavier A. Lauwerys, "Methodology for Accelerating Life Tests on Shock Absorbers", SAE Technical paper 01-1103, 2001.
6. 정원숙, 강성수, "피로수명 예측법을 이용한 각 도로가 차량 내구성에 미치는 가혹도 평가", 한국자동차 공학회 논문집 Vol. 3, No. 6, pp. 154-161, 1995.