

레이저변위센서를 이용한 타이어 트레드 마모량 추정

김지성*, 김도영*, 이진현*, 최갑승**
 *동명대학교 대학원 기계시스템공학과
 **동명대학교 자동차공학과
 e-mail:kschoi@tu.ac.kr

A Study on the Estimation of Tire Tread Wear Using Laser Displacement Sensor

Ji-Seong Kim*, Do-Young Kim*, Jin-Hyun Lee*, Kap-Seung Choi**
 *Graduate School of Mechanical System Engineering, Tongmyoung University
 **Dept. of Automotive Engineering, Tongmyoung University

요약

배기계 미세먼지에 대한 규제가 점차 강화되고, 친환경 자동차의 보급이 활발해지면서 비배기계 미세먼지에 대한 관심과 중요성이 부각되고 있다. 비배기계 미세먼지 중 수 μm 부터 수백 μm 크기로 발생하는 타이어 미세먼지의 환경오염 정도를 파악하기 위해서는 연간 발생량을 파악해야하며, 이는 타이어의 마모량을 기준으로 추정해야한다. 현재 타이어의 마모량 측정은 주행 전·후의 무게를 측정 및 비교하여 추정하고 있지만, 측정장비의 크기등의 이유로, 이동성에는 한계가 있으며, 다양한 도로환경에서 실시간으로 측정할 수 없는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 다양한 테스트 환경에서도 측정이 가능하도록 이동이 용이한 타이어 트레드 마모량 측정장치를 고안하였다. Linear stage actuator와 레이저 변위센서를 이용하여 타이어의 트레드 마모량을 측정할 수 있도록 구성하였으며, 타이어의 마모지수를 나타내는 TREADWEAR가 약 500인 타이어의 전·후륜 타이어의 마모량을 측정하여 약 3 mm의 유의미한 차이를 확인하였다.

1. 서론

배기계 미세먼지에 대한 규제가 점차 강화되고, 친환경 자동차의 보급이 활발해지면서 배기계 미세먼지에 의한 대기오염 기여도는 점차적으로 감소하고 있는 추세이다. 이러한 이유로 새로운 오염원으로 비배기계 미세먼지가 떠오르고 있으며, 비배기계 미세먼지는 타이어-도로 미세먼지, 브레이크패드-디스크 미세먼지, 가드레일 및 차량 프레임의 부식에 의한 미세먼지 등을 포함하고 있다.

타이어 미세먼지는 PM_{10} 이하의 Airborne Particles를 포함하여 수백 μm 수준의 미세입자를 생성하여[1] 대기오염의 원인이 되고, 도로주변에 침전되어 강이나 바다로 흘러들어가 해양 생태계의 오염원으로 언급되고 있다[2]. 타이어에 의한 환경오염 영향성을 파악하기 위해선 정확한 타이어의 마모량을 측정해야한다. 현재 타이어 트레드의 마모량을 측정하는 방법은 일본자동차연구소(JARI)에서 미세저울을 이용하여 주행 후 감소되는 타이어의 무게를 측정하는 중량측정법을 주로 사용하고 있다[3]. 중량측정법의 경우 외부 영향을 차단하기 위한 테스트 챔버, 0.01 g의 분해능을 가진 저울을 이용

하여 타이어 어셈블리의 무게를 측정하는 방식이다. 고감도의 저울을 사용하고 테스트 챔버를 사용해야하기 때문에 장비의 이동 용이하지 않으며, 다양한 테스트 트랙에서 실시간으로 측정하는데 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 Linear stage actuator와 레이저변위센서를 이용하여 이동이 용이한 타이어 트레드 마모량 측정장치를 고안하였다[4].

2. 측정장치

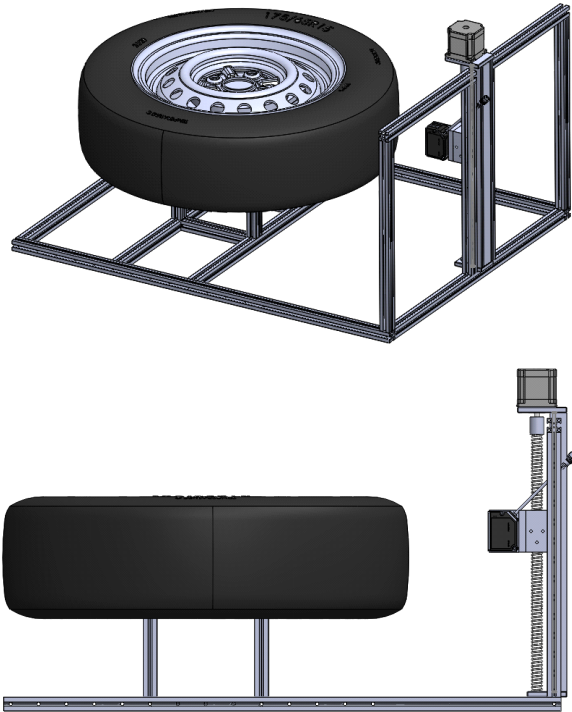
본 연구에서 사용한 레이저변위센서는 Autronics社의 BD-100을 사용하였으며, 세부 사양은 Table.1에 나타내었다.

[Table. 1] 트레드 마모량 측정장치에 적용한 레이저 변위센서 사양

| 구분 | 세부 사양 |
|------|----------------------------|
| 모델명 | Autronics BD-100 |
| 기준거리 | 100 mm |
| 측정거리 | 70 ~ 130 mm |
| 분해능 | 4 μm (0.004 mm) |
| 선형성 | 0.15% |

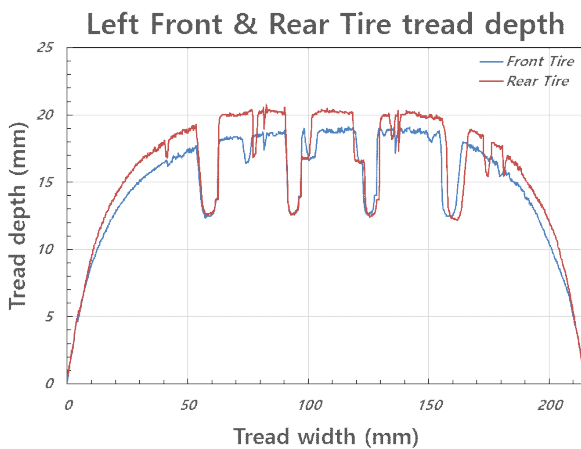
Fig. 1은 제작한 트레드 마모량 측정장치의 3D Modeling이다. 프로파일을 이용하여 프레임을 제작하고, Linear stage actuator에 레이저변위센서를 부착하고, 프로그래밍을 통해 자동으로 트레드의 깊이를 측정하여 마모량을 파악할 수 있도록 구성하였다.

또한 타이어를 고정시키는 고정부가 위치하는 부분에는 40 mm간격으로 홈을 만들어 다양한 크기의 타이어를 측정할 수 있도록 구성하였다.



[Fig.1] 레이저 변위센서를 이용한 트레드 마모량 측정장치 3D modeling

3. 실험결과



[Fig. 2] 전·후륜의 타이어 마모량 측정 결과 레이저 변위센서를 이용하여 약 21,131 km를 주행

한 차량의 전·후륜 타이어(HANKOOK KINERGY GT 215/55/R17, UTQG treadwear 500)의 마모량을 측정하였으며, 전륜타이어 대비 후륜타이어의 마모량이 약 3mm더 많은 결과를 도출하였다.

후기

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원(NIER-2021-04-02-044) 및 부산광역시, (재)부산인재평생교육진흥원의 BB21플러스 사업으로 지원된 연구임.

참고문헌

- [1] Kreidedr, M.L., Panko, J. M, McAtee. B.L., Sweet, L.I., Finley, B.L, “Physical and Chemical Characterization of tire-related particles : Comparison of particles generated using different methodologies”, Science of the Total Environment, 408(3), pp. 652-659, 2010.
- [2] Kole, P.J., Lohr, A.J., Van Belleghem, F.G., Ragas, A.M, “Wear and tear of tyres: a stealthy source of microplastics in the environment”, International journal of environmental research and public health, 14(10), 1265, 2017.
- [3] Yoshio Tonegawa, “Development of Tire dust emission measurement for passenger vehicle”, PMP 48th session, 2018.
- [4] 정수식, 정원옥, 이상주, 고범진, 최영삼, “휠 얼라이먼트 값과 타이어 편마모 영향도 평가 및 분석”, 대한기계학회 춘추학술대회, pp.318-322, 2007.