

실차 주행 조건을 고려한 승용차용 타이어의 편마모 예측

이상욱* · 전재현 · 장남규 · 정경문 · 김기운

금호타이어 중앙연구소

Uneven Wear Prediction of PCR Tires Considering the Real Driving Conditions

Sang Wook Lee* · Jae Hyun Jeon · Nam Gyou Jang · Kyoung Moon Jeong · Kee Woon Kim

R&D Center, Kumho Tire Co. Inc. 215-21, Saeun-ro, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract : This paper provide a method for prediction of the uneven wear of car tires which enables estimation of the tire accurately in a short time. The frictional dynamic simulation of a 3D patterned tire model predicts the uneven wear tire through the tire footprint contacting with the real driving conditions. The conditions for the real driving course are obtained through RLDA (Road Load Data Acquisition) test. The frictional energy rate with respect to the real driving conditions is calculated by finite element analysis. The uneven wear rate is calculated from the total frictional energy. The reliability of the prediction method is verified by comparing the test results with the finite element analysis for the tires with two tread pattern shapes. Therefore, the uneven wear prediction of PCR tires help improve the efficiency of tire development and the performance of tires without outdoor test work.

Key words : Tire(타이어), Uneven wear(편마모), Road Load Data Acquisition(도로 하중 데이터 수집), Finite Element Analysis(유한요소해석), Frictional Energy(마찰에너지)

1. 서 론

타이어는 노면과 접촉하는 유일한 부품으로 차량의 하중을 지지하며, 노면의 요철에 의한 충격 완화 및 구동력과 제동력을 노면에 전달하는 다양한 역할을 한다. 최근 차량의 전동화 및 휠의 대구경화 추세에 따라 타이어에 가해지는 하중 및 토크가 증가하고 있다. 이는 곧 타이어 수명 단축과도 연관되어 있다.

본 논문에서는 타이어의 주행조건을 파악하기 위하여 RLDA 계측 시험을 하고, 이 결과를 바탕으로 주행 조건 비율을 분류하고, 유한요소 해석에 반영하여 타이어의 편마모 지수를 예측하였다. 이를 실차 마모 평가 결과와 비교하여 본 연구 결과의 신뢰성을 검증하였다.

2. 본 론

차량의 특성과 구동 조건에 따라 타이어 마모 양상은 다르게 나타난다. 이에 RLDA 평가를 진행하여 실제 주행 중에 타이어에 가해지는 하중 조건을 계측 하였다.¹⁾ 주행 중 발생하는 트레드 패턴 블록의 마찰에너지는 유한요소해석을 이용하여 계산하였다. 패턴의 Center부와 Shoulder부에 발생하는 마찰에너지 비율을 이용하여 타이어의 편마모를 예측할 수 있게 된다.²⁾

실차 주행 조건을 얻기 위하여 WFT (Wheel Force Transducer) 계측기를 차량의 구동축에 장착하여 각각 평가를 진행하였다. 이는 차량의 특성에 따라 다르게 나타나는 마모 현상을 설명할 수 있다.

* 이상욱, E-mail: swlee@kumhotire.com

Photo 1 과 같이 전륜형 (EV A) / 후륜형(EV B) 전기차를 각각 이용하여 동일한 평가 구간을 동일한 운전자가 주행하였다. 이는 차량에 따른 주행 특성 분석 및 마모 양상을 예측하기 위함이다. RLDA 계측 데이터 중 타이어에 직접 가해지는 횡력 (Lateral Force) 과 Torque 에 따라 주행 구간별 특징을 Fig. 1과 같이 분류하였다.

차량의 동적 주행 조건을 반영하기 위하여 ABAQUS / Explicit 해석법을 이용하였고, 타이어의 마모 경향을 예측하기 위한 마찰에너지 해석은 Fig. 2와 같이 진행하였다. 특히 실차 주행 조건을 반영하기 위해 RLDA 계측 분석 결과를 전처리 과정에서 차량의 주행 속도, 횡력, Torque로 반영하였다. 주행 거리 및 비율에 따라 주행 조건 별 마찰에너지 해석 결과를 합하여 최종 마찰에너지 (Total Frictional Energy) 결과를 도출하였다. 그리고 트레드 패턴의 Shoulder 부와 Center 부에서의 마찰에너지 비율을 계산하여 편마모 지수로 판단한다.³⁾

3. 편마모 예측 결과

실차 마모 평가 결과와 최종 마찰에너지 결과를 비교하여 예측 결과를 검증한다. 실차 마모 평가 결과는 약 10,000km 주행 후 Groove의 RTD (Remain Tread Depth) 기준으로 측정하며 이를 예상 마일리지 기준으로 환산하여 나타낸다. 그리고 Shoulder와 Center Groove 기준의 예상 마일리지 비율을 편마모 지수(SH/CT)로 판단한다. 그 결과 EV A의 편마모 지수는 1.15, EV B는 0.90으로 나타났다. 이는 동일 노선, 동일 운전자가 주행함에도 불구하고 다른 마모 경향을 나타낸다는 것을 의미한다.

EVA와 EVB의 마찰에너지 해석 경향과 실차 마모 평가 결과가 Table 1과 같이 유사하게 나타났다. 이는 동일한 운전자와 노선을 주행하더라도 타이어의 마모 경향이 다르게 나타날 수 있으며, 이를 실차 주행 조건을 반영한 마찰에너지 해석을 통해 예측 가능성을 알 수 있다.



Photo. 1 Vehicle for RLDA test

Lateral Force (kN)	-2.5 ↓	-2.5~-1.5	-1.5~-0.5	-0.5~-0.5	0.5~1.5	1.5~2.5	2.5 ↑
Torque (kN-m)							
1.1 ↑	0	0	0	0.0%	0	0	0
0.9~1.1	0	0	0.0%	0.1%	0.0%	0	0
0.7~0.9	0	0	0.1%	0.4%	0.0%	0	0
0.5~0.7	0	0.0%	1.1%	1.2%	0.1%	0	0
0.3~0.5	0.0%	0.1%	6.7%	1.9%	0.1%	0	0
0.1~0.3	0.0%	0.5%	38.1%	10.2%	0.1%	0	0
-0.1~0.1	0.0%	0.4%	27.7%	3.9%	0.0%	0	0
-0.3~-0.1	0.0%	0.1%	3.8%	0.3%	0.0%	0	0
-0.5~-0.3	0	0.1%	2.3%	0.1%	0.0%	0	0
-0.7~-0.5	0	0.0%	0.3%	0.1%	0	0	0
-0.9~-0.7	0	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0
-1.1~-0.9	0	0.0%	0.0%	0.0%	0	0	0
1.1 ↓	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 1 Driving analytics results for real driving courses

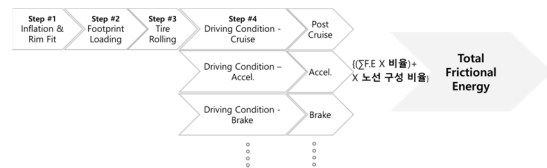


Fig. 2 Process of frictional energy using finite element method

Table 1 FEA and test results of the uneven wear rate of tires

Vehicle	FEA	Test	Result
EV A	1.13	1.15	Shoulder Fast Wear
EV B	0.90	0.90	Center Fast Wear

4. 결 론

실차 주행 조건을 반영한 승용차용 타이어의 편마모를 예측하기 위한 방법론을 제시하였다. 실차 주행 조건을 반영하기 위해 RLDA 계측 및 분석 결과를 이용하여 마찰에너지를 계산하였다. 전기차 2대에 대한 편마모 예측 결과를 이용하여 해석 결과의 신뢰도를 검증하였다. 향후, 마모 수명 예측을 위한 마모 지수 확보 연구 및 주행 조건에 대한 단순화 기준 설정도 동반된다면, 타이어의 마모 수명까지도 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- 1) Sim, K.S., Min, Y.S., 2017, "A Study of Biaxial Wheel Durability Tests for Wheel Durability Prediction before Driving on the Road", KSAE 2017 Annual Conference, pp. 424-426.
- 2) Lee, S.W., Jeong, K.M., Seo, H.J., Kim, K.W., 2014, "Finite Element Analysis for the Uneven Wear Prediction of PCR Tire", KSAE 2014 Annual Conference, pp. 559-560.
- 3) Lee, S.W., Jeong, K.M., Kim, K.W., Jang, D.H., 2015, "Estimation of the Wear Life of Passenger Car Tires", KSAE 2015 Annual Conference, pp. 824-825.