

# 휠 얼라이먼트 값과 타이어 편마모 영향도 평가 및 분석

정수식<sup>†</sup> · 정원욱\* · 이상주\*\* · 고범진\*\* · 최영삼\*\*

## Evaluation and Analysis of Wheel alignment Effecting on Tire Uneven Wear

Chung, Soo Sik<sup>†</sup> · Jung, Won Wook\* · Lee, Sang Ju\*\* · Koh, Bum Jin\*\* · Choi, Young Sam\*\*

**Key Words :** Tire(타이어), Wear(마모), Uneven wear(편마모), Irregular wear(편마모), Wheel alignment(휠 얼라이먼트)

### Abstract

The tire uneven wear has been an ongoing concern for a long time, and one of customer's complaints too. This paper deals with uneven wear improvement of passenger car tires, to have tested the tire wear levels by each wheel alignment set (according to changing toe and camber) using taxis. The pre-set wheel alignments on test vehicle were gained by energy friction simulation of tire. The result of this experiment was as follows : First, verified the effects of initial wheel alignment (adjusted at Curb Vehicle Weight) to minimize tire uneven wear. Second, tire uneven wear makes tire life much shorter than even wear does.

### 1. 서 론

타이어는 자동차의 하중을 지지하고 구동력과 제동력을 노면에 전달할 뿐만 아니라 노면으로부터 받는 충격을 완화하며 자동차의 진행방향을 전환, 유지하는 등 자동차에 아주 중요한 역할을 담당하는 부품이다.

그리고 타이어의 마모 수명은 차량의 유지비에 직접적인 관계가 있어 조기 마모로 타이어 교체가 잦을 경우 고객의 많은 불만을 야기한다. 특히 편마모는 타이어 마모 수명 단축을 촉진시켜 고객의 불만을 심화시키며 타이어 편마모가 차량 자체 조건(휠 얼라이먼트)의 변화로 인한 것이라면 주행성능에도 나쁜 영향을 주게 되므로 타이어 편마모에 대한

정확한 원인파악 및 개선은 극히 필요한 부분이다.

일반적으로 타이어 마모 및 편마모에 영향을 주는 인자는 크게 3 가지로 나눌 수 있는데 첫째, 온도, 습도, 주행 노면 거칠기 등 외부 환경 영향이다. 둘째, 운전자와 관련 있는 것으로 주행루트와 운전 스타일에 대한 것이고, 셋째는 차량 자체(타이어 포함)에 의한 영향으로 나눌 수 있다.

본 논문에서는 타이어 편마모의 원인분석 및 개선에 대해 제어 가능한 부분인 차량 자체에 집중하여 타이어의 편마모에 직접적인 영향을 준다고 알려진 휠 얼라이먼트의 세팅 조건에 따른 타이어 편마모 발생수준을 시험하였고, 그 영향도를 비교, 분석하였으며 결과적으로 타이어 편마모가 타이어 전체 수명에 어느 정도 영향을 주는지를 파악하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 휠 얼라이먼트와 타이어 편마모 상관관계

<sup>†</sup> 현대자동차

E-mail : bigchung@hyundai-motor.com

TEL : (031)368-8767 FAX : (031)368-8183

\* 현대자동차

\*\* 한국타이어

외부 환경조건과 운전패턴이 유사할 경우 차량의 토우인(+)과 (+)캠버량이 크면 타이어의 외측 숄더(Outside shoulder) 부분 편마모가 발생한다.

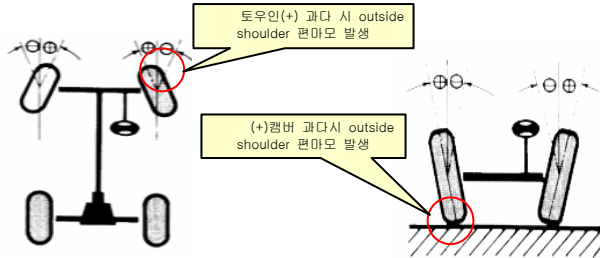


Fig.1 Correlation Between Wheel alignment and Tire uneven wear

## 2.2 타이어 편마모에 최적인 휠 얼라이먼트 설정

타이어 편마모는 노면 접지 형상(Foot Shape)의 압력분포와 관계가 있으므로 타이어 회전시 접지면에 발생하는 마찰에너지를 측정하는 “마찰에너지(Friction Energy)” 시험장비 이용, 토우와 캠버 값을 바꿔가면서 접지 형상 변형이 상쇄되는 편마모 억제에 최적의 선을 구하였다.

시험 차량의 타이어 편마모에 최적인 노면 접지 형상은 Fig.2 와 같다.

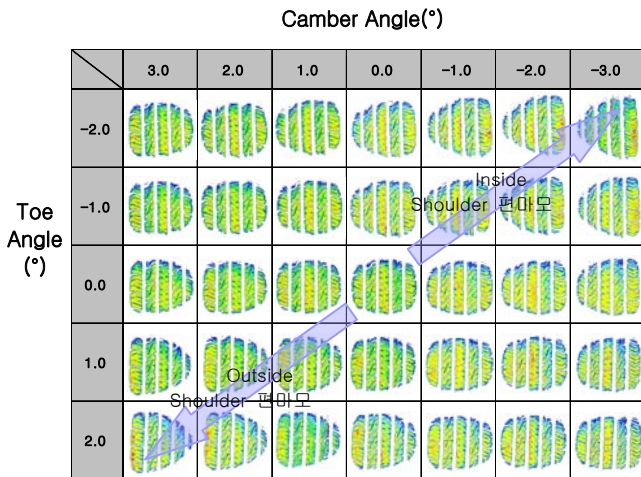


Fig.2 Foot Shape Sensitivity by Toe and Camber angle

## 2.3 시험 조건

### 2.3.1 휠 얼라이먼트

본 논문에서는 휠 얼라이먼트(토우와 캠버) 조정이 가능한 후륜 서스펜션을 대상하였다. 그리고 마찰에너지 시험장비에서 구한 타이어 편마모에 최적인 휠 얼라이먼트 선을 기준으로, 표 1 및 그림 3 과 같이 편마모를 발생하지 않는

최적 선상에 있는 점(시험 1)과 편마모를 유도하는 최적 선상을 벗어난 점 (시험 2) 각각을 실차에 반영, 타이어 편마모 발생수준을 시험하였다.

Table 1 Wheel Alignment Sets for Test

시험	마모상태	캠버	개별토우
1	Optimum Wear	-0.5 도	0 도(0mm)
2	Outside shoulder wear	-0.5 도	0.5 도(6.0mm)

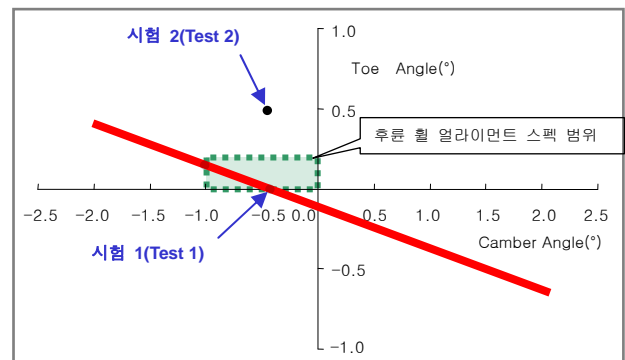


Fig.3 Wheel Alignment Sets for Test

### 2.3.2 시험타이어

규격은 P215/60R16 이고, 국내 승용 양산차량에 적용하는 사양이다

### 2.3.3 시험차량

시험차량은 일정기간 내에 차량 주행거리가 일반 차량 대비 훨씬 길고, 동일지역에서 운행하여 가능한한 주행조건이 유사한 택시 2 대이다.

그리고 차량 내구열화에 의한 품질산포를 최소화 하기 위해 신차 보다 어느 정도 필드에서 베드-인(Bed-in)된 5 만 Km(신차 구입후 6 개월 미만) 수준의 차량을 이용하였다.

### 2.3.4 점검 내용

본 시험은 전륜 휠 얼라이먼트 값은 스펙치 내에 있도록 하였고, 후륜 서스펜션에 상기 시험 휠 얼라이먼트 조건을 2 대 택시에 각각 나누어 조정, 시험하였다. 그리고 점검은 시험초기 세팅된 휠 얼라이먼트 변화와 5,000Km, 10,000Km 2 회에 타이어 마모수준을 측정, 분석하였다.

특히 본 시험에서 가장 중요한 시험인자인 휠 얼라이먼트는 초기에 세팅한 공차조건의 중량 및 차량자세를 기록 5,000Km, 10,000Km 마다

근접된 조건으로 점검, 조정하였으며 측정장비, 측정자 간의 편차를 줄이기 위해서 리프트의 기울기, 타이어 공기압에도 영향을 받지 않는 동일한 3 차원 비접촉식 휠 얼라이먼트 측정장비를 이용, 동일인이 직접 측정하였다. 또한 휠 얼라이먼트는 5 회 측정하여 평균값을 이용하였다.

타이어 마모량 측정, 분석은 5,000Km 10,000Km 시점 시험차량에서 타이어를 탈거하여 타이어 전문 메이커인 한국타이어에서 전문 장비로 실시하였다.

## 2.4 시험결과

### 2.4.1 전륜 타이어

5,000Km, 10,000Km 시점의 “시험 1”, “시험 2”의 타이어 마모 결과

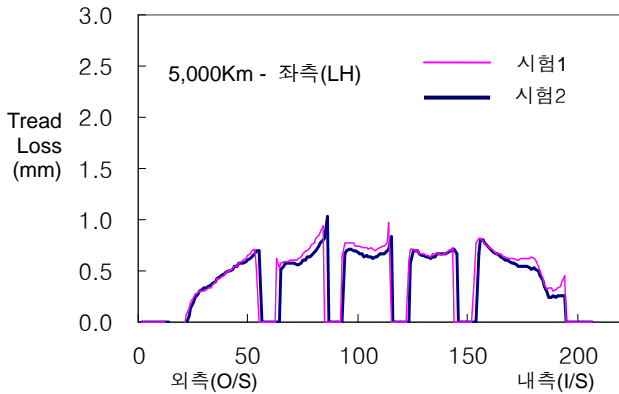


Fig.4 Worn thickness of Front LH Tire at 5,000Km

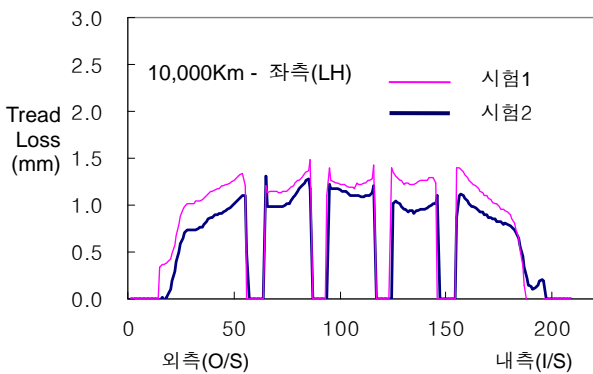


Fig.5 Worn thickness of Front LH Tire at 10,000Km

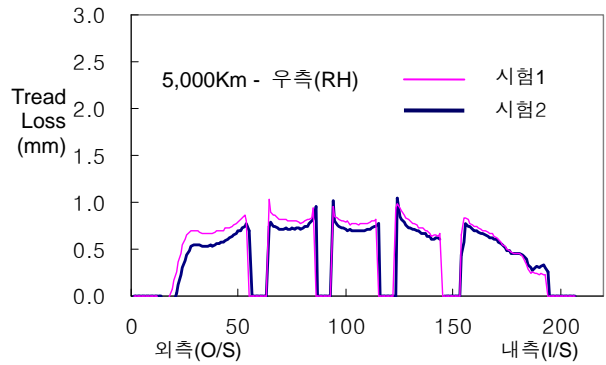


Fig. 6 Worn thickness of Front RH Tire at 5,000Km

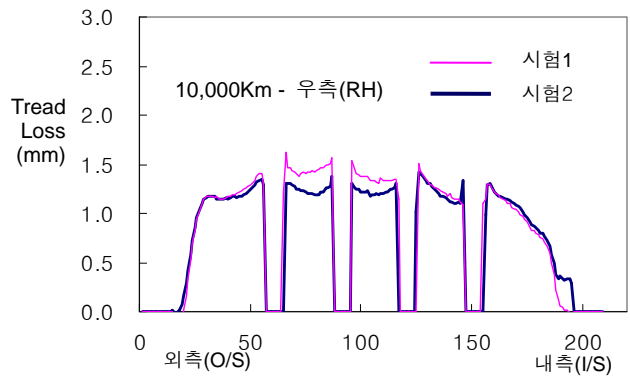


Fig. 7 Worn thickness of Front RH Tire at 10,000Km

전륜은 공차시 휠 얼라이먼트가 스펙 내에 있으므로 타이어의 마모수준은 균일하며 구동 및 조향으로 인해 후륜 타이어 대비 마모량은 크다.

### 2.4.2 후륜 타이어

5,000Km, 10,000Km 시점의 “시험 1”, “시험 2”의 타이어 마모 결과

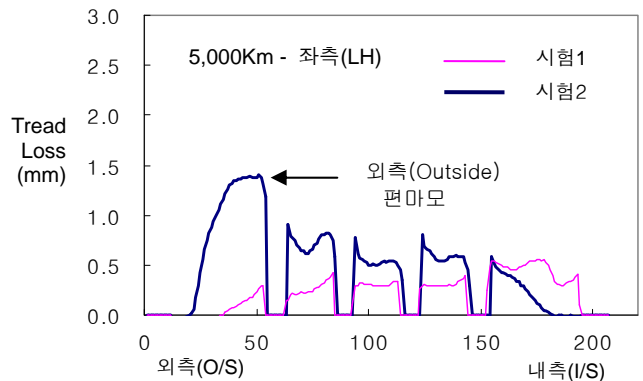


Fig. 8 Worn thickness of Rear LH Tire at 5,000Km

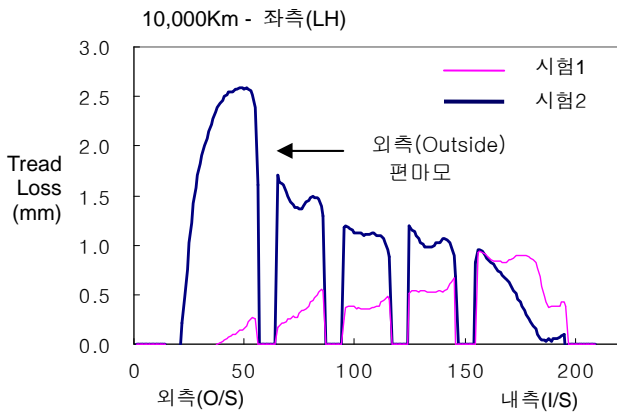


Fig. 9 Worn thickness of Rear LH Tire at 10,000Km

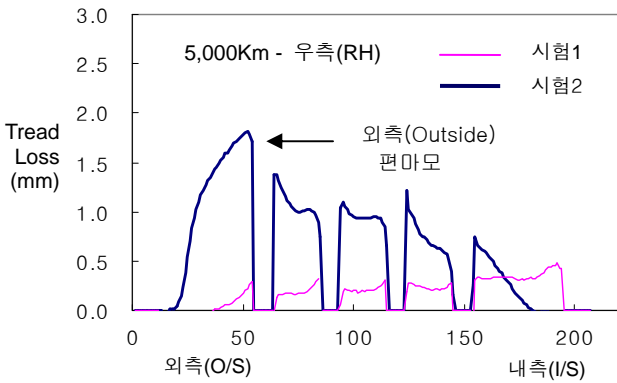


Fig. 10 Worn thickness of Rear RH Tire at 5,000Km

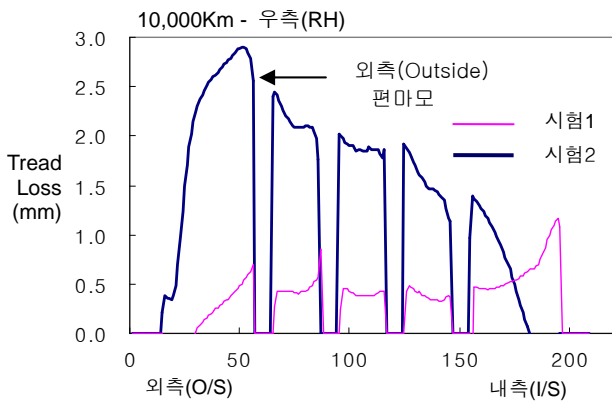


Fig. 11 Worn thickness of Rear RH Tire at 10,000Km

후륜 타이어 마모량을 측정한 결과 “시험 1”은 휠 얼라이먼트가 스펙 내에 있으므로 균일마모로 나타났으나 “시험 2”는 토우인(+) 값을 스펙에서 벗어나게 조정, 타이어 외측 솔더 부분의 편마모를 유도한 것과 같이 외측 솔더 편마모가 과도하게 발생하였다. 이는 휠 얼라이먼트가 타이어 편마모에 직접적인 영향을 준다는 것을 분명하게 나타내고 있다.

#### 2.4.3 타이어 마모수명

시험타이어의 마모량을 측정하여 타이어 마모 한계점인 마모 표시높이(1.6mm)까지 마모될 경우 5,000Km 시점에서의 예상 마일리지는 균일마모가 발생한 전륜의 경우 35,000~40,000Km 수준으로 유사하나 편마모가 발생한 후륜 타이어 경우는 균일마모 타이어 95,000Km 대비 25% 정도인 23,000Km 수준이고, 10,000Km 시점에서는 18.5%로 마모수명이 크게 떨어지는 것을 알 수 있다

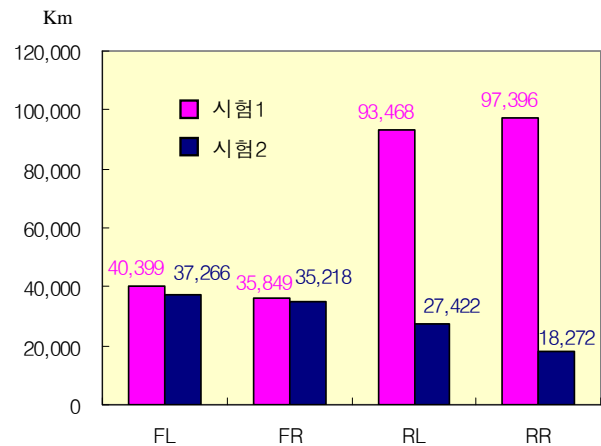


Fig. 12 Expected mileage of tire at 5,000Km

### 3. 결론

본 논문에서는 타이어 편마모가 발생하는 차량측면의 주요인자는 휠 얼라이먼트(토우, 캠버)이며 시험 전 실내 마찰에너지 시험기로 예상했던 것과 실차 시험 결과가 아주 잘 일치하였다. 그리고 편마모가 발생하면 균일마모 타이어 대비 예상 마모 수명이 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있었으며 요약하면 다음과 같다.

- (1) 타이어의 편마모는 운행조건, 차량 및 타이어 특성 등에 의해 영향을 받을 수 있으나 무엇보다도 차량의 휠 얼라이먼트 토우 및 캠버와 매우 높은 관련이 있다.
- (2) 휠 얼라이먼트에 의한 편마모 경향은 토우와 캠버의 조합으로 인해 타이어 접지형상의 변형이 상쇄되는 영역에서 비교적 유리하다.
- (3) 그리고 편마모가 발생하면 타이어의 예상 마모 수명이 급격하게 떨어지는 것을 알 수 있다

향후 정차상태의 휠 얼라이먼트 뿐만 아니라 하중 부가(차량상하운동)시 다이내믹 상태의 휠 얼라이먼트 변화에 따른 타이어 편마모 영향도 검토 및 마일리지 증가시 휠 얼라이먼트 변화가 최소화 되도록 하는 안정화 방안 검토가 필요하다.

### 참고문헌

- (1) Yokohama Rubber Inc., “*Pneumatic Tire Technology*” , pp. 89~105
- (2) Bridge Stone Inc., 2003, “*Pneumatic Tire Technology*”
- (3) Jornsens Reimpell, Helmut Stoll, 1996, “*The Automotive Chassis : Engineering Principles.*”
- (4) 宇野 高明, 1994, “*車輛運動性能 and chassis mechanism*” pp. 16~75