

승용차용 타이어의 이상 마모(I)

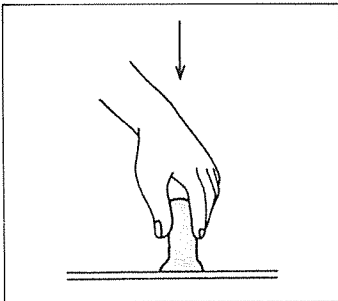
기 술 부

1. 타이어의 마모와 그 메커니즘

1-1 고무 마모의 메커니즘

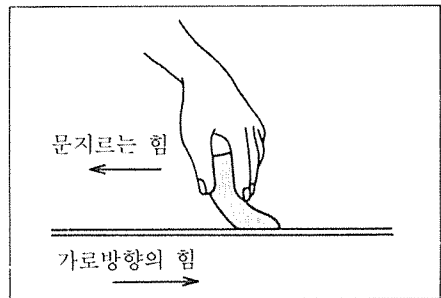
연필로 쓴 글씨를 지우기 위하여 고무 지우개로 지면(紙面)을 문지르면 고무 지우개와 지면이 마모되어 부스러기가 생긴다. 이것이 고무의 마모원리인데, 다음의 실험에 의해 이를 확인해 보고자 한다.

(1) 먼저 고무 지우개를 종이 위에 놓은 다음 위에서 누른다. 고무 지우개는 <그림 1>과 같이 변형할뿐 고무 지우개는 마모되지 않는다.



<그림 1>

(2) 다음에 고무 지우개를 위에서 꼭 누르면서 가로방향의 힘을 가한다. 이때 고무 지우개에는 가로로 휘어지는 변형이 발생하고 다시 가로방향으로 힘을 세게 가하면 <그림 2>와 같이 결국에는 고무 지우개의 접촉면이 미끄러지기 시작함과 동시에 고무 지우개는 마모가 시작된다.



<그림 2>

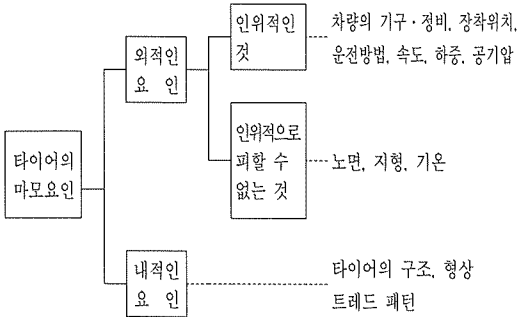
(3) 이와 같이 물체를 '문지른다'는 것은 '누르는 힘'과 '가로방향의 힘'에 의하여 접촉면에 '미끄러짐'이 발생하게 하는 것이다. 그리고 이 '미끄러짐'은 가로방향의 힘이 마찰력의 한계(누르는 힘×마찰계수)를 초과한 것을 의미하고 그 결과 마모가 발생한다.

(4) 또한 이상마모의 메커니즘에 대해서도 앞에서 설명한 '가로방향의 힘'이 어느쪽이든 한쪽 방향으로만 반복되는 경우에는 마찰의 입력측(入力側 : 그림 2에서는 지우개의 왼쪽)이 출력측(出力側 : 그림 2의 오른쪽)보다도 심하게 마모되며 결과적으로 이상마모(偏磨耗)가 발생하는 것을 알 수 있다.

1-2 타이어 마모의 메커니즘

(1) 원래 고무의 늘어남, 줄어듦, 굴곡 등의 형상변화는 금속에 비하여 매우 복잡하다. 또한 고무의 성질은 온도 및 속도의 영향을 크게 받으며, 특히 고무의 마모 및 마찰은 온도 및 속도에 따라 좌우된다.

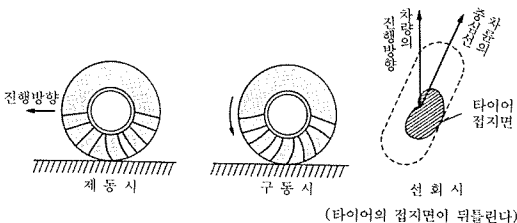
타이어의 마모에 영향을 미치는 요인은 외적 및 내적요인 등 다양할 뿐만 아니라 여러 가지 복합적인 영향을 받는다.



(2) 실제 타이어의 사용조건 아래서는 위와 같은 배경 때문에 복합적인 마모가 발생할 뿐만 아니라 매우 어렵게 되는데, 기본적인 원리가 고무지우개 마모실험과 같으며, 타이어 마모의 메커니즘은 다음과 같이 요약할 수 있다.

① 타이어는 자동차의 주행장치의 중요한 부품이며, 차량에 장착되어 그 중량을 지지함과 동시에 구동·제동·방향전환 등의 역할을 하는데, 이때 타이어의 트레드부에 마모현상이 일어난다.

자동차가 주행할 때 타이어에는 차량의 무게로 인한 '상하방향의 힘'이 걸리고, 또한 구동·제동으로 인한 '전후방향의 힘'과 방향전환으로 인한 '가로방향의 힘'이 작용한다 <그림 3 참조>.



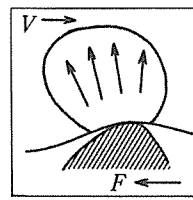
<그림 3> 타이어의 마찰현상

이 때문에 타이어와 도로의 접촉면에 '미끄러짐'이 발생하여 타이어가 마모된다.

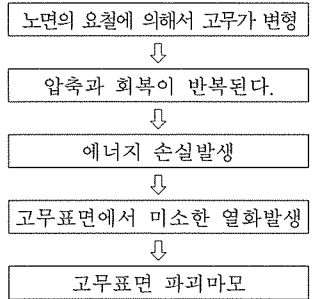
② 따라서, 그 작용(구동·제동·방향전환 등)의 정도(方向性)에 따라 마모의 정도에도 차이가 발생한다.

③ 또한 그 정도에 대해서는 완만한 마모에서부터 극히 심한 마모까지 다음의 다섯 가지로 나눌 수 있다. 노면의 영향, 고무의 상태에서 마모에 이르기까지의 경과를 화살표로 나타냈다.

㉠ 변형손실마찰(變形損失摩擦)에 의한 마모(hysteresis loss)

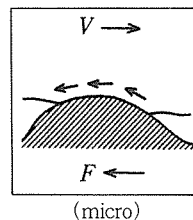


(micro)
* V=속도
F=힘

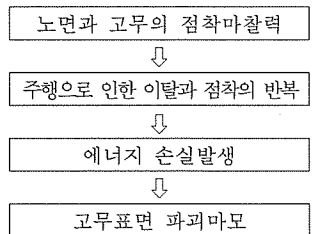


타이어가 제동·구동·회력을 받지 않고 자유 전동하는 상태에서 마모되는 현상을 말하며, 마모되는 고무는 작고 가늘다.

㉡ 점착마찰(粘着摩擦)에 의한 마모(adhesion)

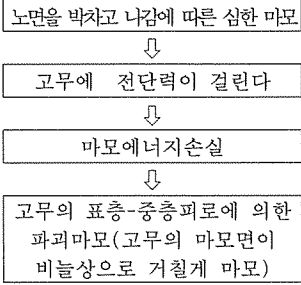
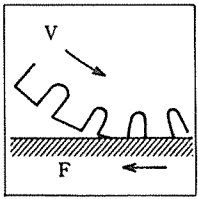


(micro)



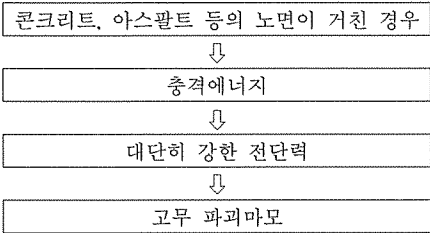
일반적인 제동력, 구동력, Cornering의 회력을 받는 상태에서 마모되는 현상을 말하며 고무의 표층이 마모된다.

㉠ 돌출부의 굴곡마찰(屈曲摩擦)에 의한 견인마모(牽引磨耗)



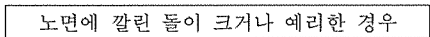
가혹한 조건하에서의 급제동이나 급발전, 급선회시 또는 험로주행시 견인에 의해 마모되는 현상을 말하며, 고무 지우개의 마모는 주로 여기에 해당한다.

㉡ 충격마찰(衝擊摩擦)에 의한 마모



노면이 거칠수록, 속도가 빠를수록, 하중이 무거울수록 충격력이 커지며, 이렇게 될 경우 충격력이 고무의 강도보다 커서 파괴마모가 발생한다.

㉢ 절상(折傷)에 의한 마모



[예리한 돌에 의해 절상마모(切像磨耗) 되는 현상을 말한다]

1-3 타이어의 마모이론식

타이어는 일반적으로 가로방향에 걸리는 힘(橫力)과 세로방향에 걸리는 힘(縱力)에 의해 마모가 되는데 Schallamach의 이론식은 다음과 같다.

$$A = \gamma\rho \frac{F^e}{c} = \gamma\rho SF$$

A : 마모량

γ : 트레드 고무의 마모도

ρ : 타이어의 반발탄성

F : 타이어의 접지면에 작용하는 외력(접지력)

C : 타이어의 강성(세로 또는 가로)

S : 타이어 접지면에 있어서의 Slip률

[주] $\gamma\rho$ 는 타이어이 구조나 재료에 의해 결정되는 정수임.

이 식에 의해 타이어의 마모는 다음과 같이 말할 수 있다.

(1) 접지면에 걸리는 외력(外力 : 수평접선 방향)이 클수록 마모가 많이 된다.

(2) 접지면에서 많이 미끄러질수록 마모가 많이 된다.

(3) 타이어의 종류에 따라서도 어느 정도 차이가 있다.

특히 마모는 (1)의 접지면에 걸리는 외력과 그 외력에 수반하여 발생하고, (2)의 접지면의 미끄럼이 크게 영향을 미친다.

예컨대, 타이어 마모수명은 제동 및 횡력을 거의 받지 않는 고속도로에서와, 항상 제동 및 횡력을 받는 산악로에서는 차이가 많다. 즉, 같은 타이어라도 고속도로에서는 10만km 이상 주행하지만, 산악로에서는 1만km도 주행하지 못하는 경우가 있다.

2. 이상마모의 개요

2-1 이상마모의 의미

타이어는 일반적으로 거의 진원(眞圓) 또는 좌우 대칭이 되게끔 설계 되어 있다. 따라서, 수직상태에서 일정한 하중을 받아 평탄한 노면을 접지압분포가 고른 상태로 전동하면 타이어는 동일한 상태로 접지하기 때문에 이론적으로는 어느 접지부분에서도 접지형상은 일정하게 되며, 마모도 고르게 될 것이다.

타이어는 자동차의 주행장치로서 사용되기 때문에 휠에 끼워 차량에 장착하여 차량의 한 부품으로서 기능을 발휘하는데, 자동차는 주행안정성을 충족시키기 위하여 바퀴에 휠 얼라인먼트(캠버, 토인, 캐스터, 킹핀경사각)가 정해져 있다. 때문에 타이어가 노면과 접촉할 때에는 특정한 기울기를 갖고 접촉하게 된다. 이 기울기에 따라 접지압분포에 불균형이 발생하고, 이로 인해 편마모 현상이 발생하는데, 이처럼 편마모현상이 심한 상태를 특히 이상마모라고 한다.

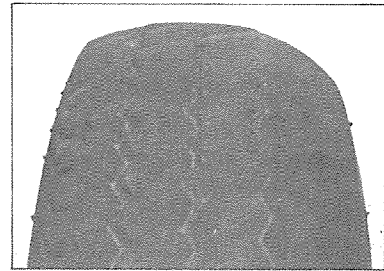
한편, 타이어는 사용조건에 따라서 지정공기압과 지정하중(어떤 하중범위)이 결정되며 그 상태를 유지함으로써 적정한 접지압분포를 유지하도록 만들어져 있다. 따라서 부적정한 공기압 및 하중상태로서는 접지압분포가 균일하지 않게 되며, 그러한 상태로 주행한 경우에는 편마모가 발생하고, 위와 같이 편마모상태가 심하게 되면 이상마모가 발생하게 된다. 즉, 차량 및 타이어의 사용조건 특이성(特異性)이 타이어의 편마모를 초래하고 그것이 심한 경우에 이상마모라고 하는 형태로 나타나게 되는 것이다. 또 마모 가운데서도 극히 짧은 기간에 마모되어버린 경우를 '조기마모(早期磨耗)'하고 하는데, 이것도 이상마모의 하나이다.

2-2 이상마모의 종류

이상마모의 원인은 수없이 많은 데다가 그들이 복잡하게 얽혀서 나타나기 때문에 이상마모로서의 형태도 가지각색이다. 그들을 모두 열거하는 것은 복잡다양하기 때문에 여기에서는 승용차용 래디알 타이어를 예로 들어 발생이 많은 주요한 이상마모 10 종류만을 선택하여 설명하고자 한다.

(1) 편측마모(片側磨耗)

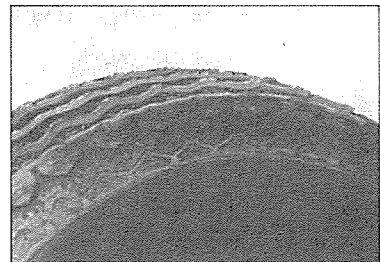
트레드의 좌우 솔더부의 어느쪽인가가 빨리 마모하는 상태를 말한다. 이상마모 가운데 가장 많은 형태의 하나이다. 일반적으로 주행안정성을 유지하기 위해서 차량기구상 전문에 얼라인먼트가 되어 있다. 때문에 타이어는 약간 기울어진 채 접지하기 때문에 바깥쪽 부분의 마모가 촉진되는 경향이 있으며, 토인, 캠버에 이상이 생긴 경우에 발생하기 쉽다. 또한 커브주행이 많을 경우 이러한 마모가 발생한다.



〈사진 1〉

(2) 우상마모(羽狀磨耗)

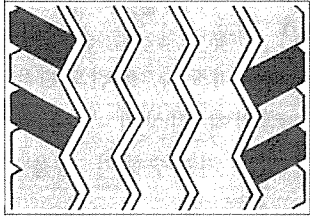
트레드의 각 리브의 편측(片側)이 빨리 마모하고 리브의 가장자리가 우근상(羽根狀 : 깃털모양)으로 되어 있는 상태를 말한다. 이것은 타이어가 진행방향에 대하여 비스듬한 방향의 힘을 받음(토인 등의 고장)으로써 발생한다.



〈사진 2〉

(3) 파상마모(波狀磨耗)

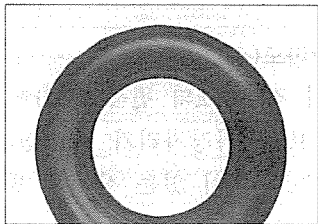
트레드가 원주방향에서 파상으로 마모하는 상태를 말한다. 토인, 캠버의 조정불량 등으로 인해 발생한다. 공기압이 낮으면 더 많이 발생한다.



<그림 4>

(4) 다각형마모(多角形磨耗)

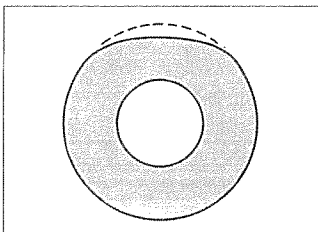
타이어의 트레드 전체가 원주방향에서 일정간격으로 마모되어 다각형상으로 된 것을 말한다. 타이어 및 휠에 편심(偏心), 구부러짐이나 바퀴의 주변장치에 헐거움이 있거나 캐스터가 지나치게 크거나 하면 발생한다.



<사진 3>

(5) 편심마모(偏心磨耗)

트레드 원주의 약 반 정도가 빨리 마모하

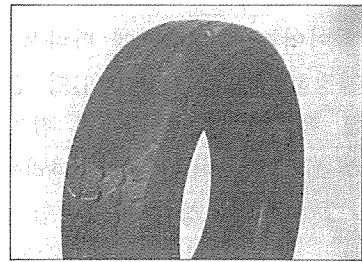


<그림 5>

여 진원(眞圓)을 이루고 있지 않은 상태를 말한다. 휠의 편심이나 바퀴가 헐거울 때 발생한다.

(6) 국부마모(局部磨耗)

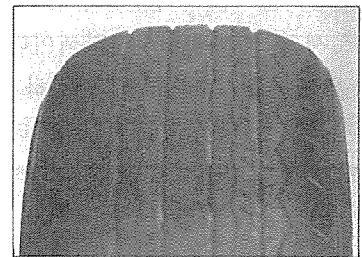
트레드의 일부 또는 여러 군데가 국부적으로 마모된 상태를 말한다. 브레이크 드럼 기능의 불균일, 회전부분의 불균형, 급제동, 유류의 부착 등으로 인해 발생한다.



<사진 4>

(7) 숄더(Shoulder)마모

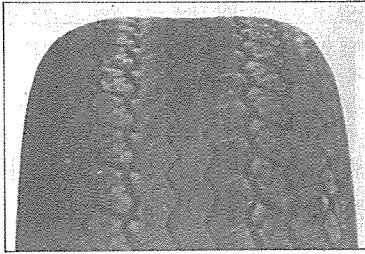
트레드의 숄더부가 중앙부보다 빨리 마모되는 상태를 말한다. 이상마모 가운데서도 많이 볼 수 있는 것으로 공기압이 부족한 경우나 커브길에서의 무리한 주행을 계속한 경우에 많이 발생한다. 특히 파워 스티어링 자동차의 전륜(前輪)타이어에서 많이 발생한다.



<사진 5>

(8) 중앙마모(中央磨耗)

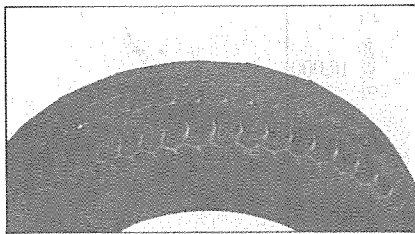
트레드의 중앙부가 솔더부보다 빨리 마모되는 상태를 말한다. 이것은 공기압이 과다한 채 사용한 경우에 발생한다. 또한 타이어를 구동축(驅動軸)에 장착하여 계속해서 사용하면 이처럼 중앙마모가 많이 발생한다.



<사진 6>

(9) 단차마모(段差磨耗)

진행방향에 대하여 트레드 패턴의 1블록 또는 러그의 1정점의 가장자리가 다른 가장자리보다 빨리 마모되는 것을 말한다. 타이어를 측면에서 보면 블록 또는 러그가 톱니모양으로 되어 있으며, 블록 패턴이나 러그 패턴에서 발생하기 쉬운 마모형태이다.



<사진 7>

(10) 조기마모(早期磨耗)

타이어의 마모가 빨리 되는 것을 조기마모라고 한다. 그러나 타이어의 마모가 빠르거나 늦는 것은 사용조건이나 차량기구가

다른 데도 원인이 있기 때문에 다음과 같은 것은 이상마모라고는 할 수 없다.

① 고개, 커브가 많은 지역의 주행에서는 시내주행에 비해서 타이어의 마모가 약 1/4 정도 빨라진다.

② 전륜구동차에 있어서 전륜 타이어의 마모는 후륜 타이어에 비하여 2~3배나 빠르다.

2-3 이상마모의 요인

이상마모의 발생요인은 다음과 같이 세 가지로 크게 나눌 수 있다.

- (1) 차량의 기구, 정비로 인한 문제(구동방식, 얼라인먼트의 조정, 바퀴의 정비상황 등)
- (2) 타이어의 관리, 사용조건으로 인한 문제(공기압관리, 운전방법, 도로조건 등)
- (3) 타이어 자체의 특성으로 인한 문제(타이어의 형상, 구조, 트레드 패턴 등)

이상마모는 이들 요인이 단독적으로 발생하는 경우는 드물고, 여러 가지 요인이 중복되어 발생하는 것이 보통이다. 따라서 이상마모의 하나하나에 대하여 그 원인을 명확하게 단정하는 것은 현실적으로 매우 어려운 실정이다.

3. 이상마모의 요인

타이어 이상마모의 요인은 2-3에서 설명한 바와 같이 「차량의 기구·정비」, 「타이어의 관리·사용조건」 및 「타이어 자체의 특성」의 셋으로 크게 분류할 수 있다.

그러나 실제로는 각각의 요인이 복잡하게 얽혀 있어 그 강약의 정도에 따라 여러 가지로 변형된 이상이 나타나기 때문에 하나하나의 마모현상에서 그 요인을 밝히는 것은 어려운 문제이지만 다음과 같이 각각의 특징에 대하여 설명한다.

3-1 차량기구·정비에 따른 문제

타이어는 자동차의 중요한 보안부품의 하나이며, 차량에 장착되어 비로소 그 기능을 발휘한다.

따라서, 타이어의 마모는 차량의 형식 또는 장착된 상태에 따라 변화하는데, 차량형식, 현가장치 및 휠 얼라인먼트에 의한 이상 마모의 종류와 특징에 대하여 설명하고자 한다.

(1) 차량형식에 따른 타이어의 마모

여기에서는 차량의 구동방식과 엔진의 탑재위치에 따른 후륜구동차(FR차 : 前部엔진 후륜구동)와 전륜구동차(FF차 : 前部엔진, 전륜구동)에서의 타이어의 마모상태를 설명하고자 한다.

(주) 4륜구동, 중앙부 엔진, 4륜조향차(4 Wheel Steering System) 등 여러 가지 방식이 있는데, 여기에서는 기본형식인 후륜구동차와 전륜구동차를 예로 든다.

일반적으로 후륜구동차에서는 전·후륜 타이어의 마모수명은 전륜 타이어에 편마모가 심하게 발생하지 않는 한 거의 같거나 후륜 타이어쪽이 조금 빠르다. 반면에 전륜구동차에서는 전륜 타이어의 수명이 후륜 타이어에 비하여 1/2~1/3 정도 빠르다.

그 이유는 <표 1>에 나타난 바와 같이 후륜구동차에서는 전·후륜의 기능이 비교적 분산되어 있는 데 반하여, 전륜구동차에서는 그 기능이 전륜에 집중되어 있을 뿐만 아니라, 차량의 중량배분도 전륜에 집중되어 있기 때문이다.

<표 1> 구동방식과 타이어의 마모

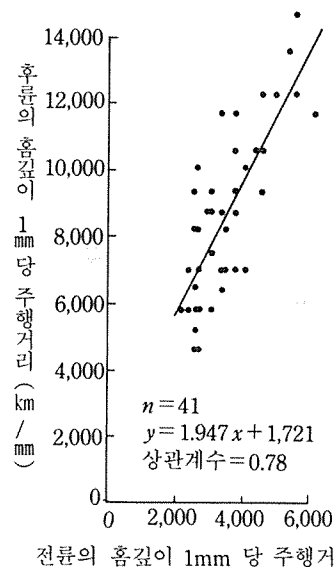
구동방식	전 륜	후 륜
후륜구동차	조향시의 Side Force 계동력	구동력, 제동력 선회시의 Side Force
중량배분(%)	52~57	48~43
전륜구동차	구동력, 제동력 조향시의 Side Force	제동력 선회시의 Side Force
중량배분(%)	60~65	40~35

(주) 중량배분은 대표적인 예를 나타낸 것임.

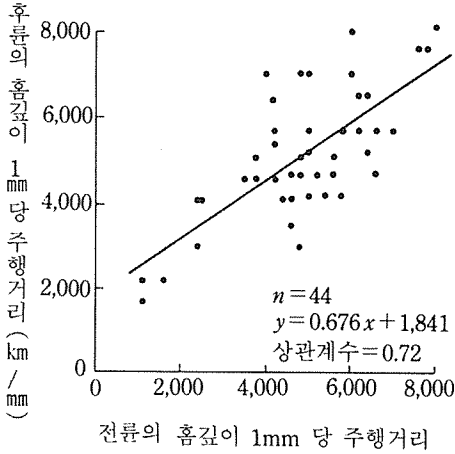
또한 전륜구동차와 후륜구동차에 있어서 마모상태를 조사한 자료를 다음에 나타냈다. 단, 이 자료는 한정된 시험조건에 의한 것이며, 차량, 주행상황, 타이어의 종류 등이 다르면 결과는 당연히 변하는 것으로 볼 수 있다.

<조사사례>

① 내마모지수(耐磨耗指數)에 의한 비교
전륜을 기준으로 한 경우 전륜구동차에서는 <그림 6>에 나타난 회귀식(回歸式)



<그림 6> 전후륜의 마모비교(전륜구동차)



〈그림 7〉 전후륜의 마모비교(후륜구동차)

$y = 1.947x + 1,721$ 에 의하여, 전륜의 타이어 홈깊이 1mm당 3,000km를 주행하는 사용조건에서는 후륜은 약 2.5배(7,500km/mm)가 된다. 한편, 후륜구동차에서는 〈그림 7〉에 나타난 회귀식 $y = 0.676x + 1,841$ 에 의하여, 전륜의 타이어 홈깊이 1mm당 6,000km를 주행하는 사용조건에서는 전륜과 후륜은 거의 같게 된다.

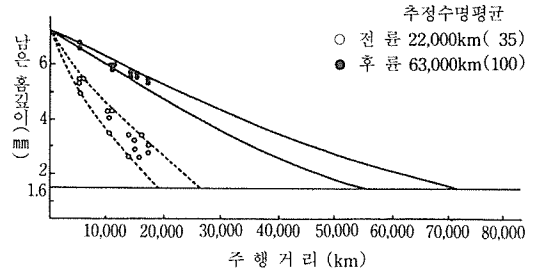
또 전륜구동차, 후륜구동차 모두 사용조건이 가혹하여 마모가 빠른 조건일수록 전·후륜의 마모차이는 〈표 2〉과 같이 커진다.

〈표 2〉 내마모와 전후륜의 마모차이

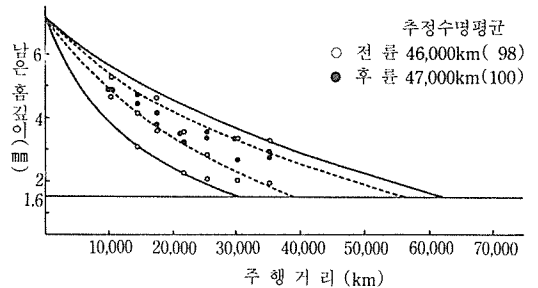
전 륜 구 동 차			후 륜 구 동 차		
전륜의 홈깊이 1mm당 주행거리	전륜에 대한 후륜의 내마모 지수		전륜의 홈깊이 1mm당 주행거리	전륜에 대한 후륜의 내마모 지수	
	전 륜	후 륜		전 륜	후 륜
2,000	5,615	2.80	2,000	3,190	1.60
3,000	7,560	2.53			
4,000	9,500	2.38	4,000	4,545	1.13
6,000	13,400	2.23	6,000	5,900	0.98
			8,000	7,255	0.91

② 마모추이에 의한 비교

마모추이에서 추정수명을 계산하면 〈그림 8〉에 나타난 바와 같이 전륜구동차에서는 전륜이 22,000km 후륜이 63,000km로 되며, 전륜과 후륜의 비율은 35 : 100이므로 전륜의 마모수명은 후륜의 약 1/3이 된다.



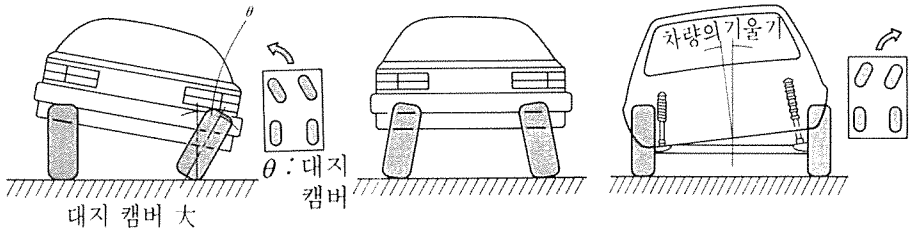
〈그림 8〉 전후륜의 마모비교(전륜구동차)



〈그림 9〉 전후륜의 마모비교(후륜구동차)

한편, 후륜구동차에서는 〈그림 9〉에 나타난 바와 같이 전륜 타이어에 이상마모현상이 나타나는데, 마모수명은 전륜이 46,000km, 후륜이 47,000km로 거의 같은 것으로 나타났다.

이상이 전륜구동차와 후륜구동차에 있어서의 전·후륜 타이어의 마모수준을 조사한 자료이다. 또 타이어의 마모형태는 전륜구동차에서는 전륜이 비교적 고르게 마모되는데 반하여, 후륜은 다각형마모의 경향이 나타난다.



<그림 10> 좌선회시의 차량상태(독립현가방식)

<그림 11> 후륜 마이너스(-)(角)캠버

<그림 12> 우선회시의 차량상태(차축현가방식)

한편 후륜구동차에서는 전륜이 솔더마모나 우상마모(羽狀磨耗)가 나타나는데 비하여, 후륜은 중앙마모되는 경향을 보인다.

(2) 현가장치에 따른 타이어의 마모

현가장치는 차량의 특성과 관련하여 여러 가지 기구가 채용되고 있으며, 다음에 설명하는 휠 얼라인먼트와의 관계에 있어서 타이어의 마모에 미치는 영향도 크다.

현가방식으로는 차축현가방식과 독립현가방식으로 나누어지며 종전에는 전축(前軸)은 독립현가방식이, 후축(後軸)은 차축현가방식이 일반적이었으나, 최근에는 후축도 독립현가방식을 많이 채용하고 있다.

타이어 마모의 영향으로서는, 독립현가방식의 경우는 <그림 10>에 나타난 바와 같이 선회시에 지면에 대한 캠버의 변화가 커짐으로써 편측마모의 경향을 띠기 쉽다.

또 고속선회시의 안정성확보를 생각하여 <그림 11>과 같이 마이너스의 캠버를 설정하고 있는 차량에 있어서는 일반주행에서는 안쪽이 마모되기 쉽다.

(주) 독립현가방식중에서도 여러 가지 기구가 있으며, 대지 캠버의 변화를 억제하는 방법을 고안하고 있는 것도 있다.

한편, 차축현가방식에서는 <그림 12>에 나타난 바와 같이 지면에 대한 캠버의 변화

가 적기 때문에 타이어의 마모에 미치는 영향도 적다.

(3) 휠 얼라인먼트와 타이어의 마모

휠 얼라인먼트는 바퀴 둘레의 조정기구로서 캠버, 토인, 캐스터, 킹핀경사각의 제요소로 구성되어 있으며, 차량의 주행안정성확보(직진성, 복원성)와 조종성을 용이하게 하기 위한 기구인데, 한편으로는 주행시에 조그마한 고장도 일어나기 쉬워 타이어의 마모에 미치는 영향 가운데서도 매우 큰 요소이기도 하다.

그 가운데서도 캠버와 토인의 상승작용(相乘作用)으로 인한 타이어의 마모에 미치는 영향이 특히 크기 때문에 다음에 시험결과를 토대로 하여 설명한다.

더욱이 캐스터, 킹핀 경사각의 영향도 생각할 수 있는데, 특별한 경우를 제외하면 영향이 적기 때문에 생략하였다.

① 차량의 캠버, 토인량의 변천

일본의 예를 보면 일본의 자동차 제조사에서는 1970년대부터 지금까지 바이어스 타이어인 경우에는 얼라인먼트 기준치를 캠버 1°30', 토인 4mm로 하였으며, 래디알 타이어인 경우에는 캠버 0°10', 토인 1mm로 설정하였다.

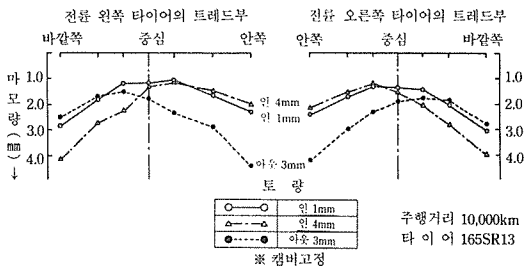
더욱이 앞에서 설명한 후륜독립현가장치의 차량에는 전륜에도 캠버 1°10', 토인

3.5mm로 하고 있다. 또 최근 전륜구동차의 경우에는 전륜 캠버 0°10', 토인 0mm, 후륜 캠버 1°~0°35', 토아웃 3~4mm로 하듯이 시대에 따라, 차량의 특성에 따라 휠 얼라인먼트의 기준치가 변화하고 있으며, 앞으로도 이와 같이 변화할 것으로 판단된다.

따라서, 기본적으로는 자동차 제조회사에서 차량마다 설정한 캠버 및 토량을 잘 유지하는 것이 타이어 마모면에서 볼 때 중요한 일이다.

② 캠버, 토인의 변화와 타이어 마모

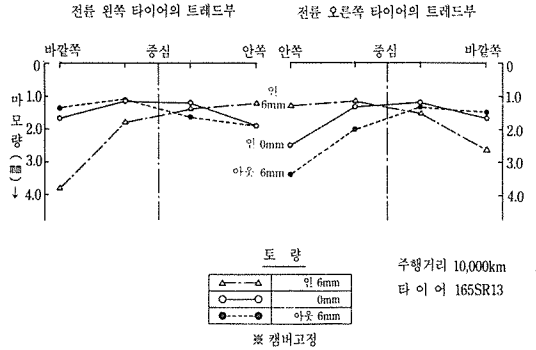
전륜구동차, 후륜구동차 모두 시험결과로서는 캠버보다도 토인의 영향이 매우 크다. <그림 13>은 전륜구동차의 캠버를 고정 상태에서 토(Toe)량을 인 1mm, 4mm, 아웃 3mm의 수준에 따라 시험한 결과이다. 이것을 보면 인 1mm에서는 일반적인 솔더마모를 나타내고 있는데 대하여, 인 4mm에서는 바깥쪽의 편측마모가 뚜렷하다. 또 아웃 3mm에서는 안쪽이 2배 이상의 편측마모가 나타난다.



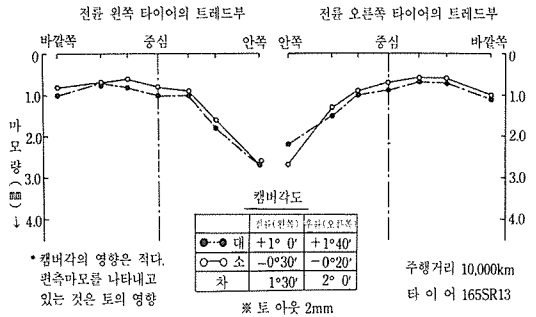
<그림 13> 마모에 미치는 토의 영향 (마모형상 : 전륜구동차)

더욱이 <그림 14>는 토량이 인 6mm, 0mm, 아웃 6mm의 수준으로 시험한 후륜구동차의 사례를 나타낸 것이다.

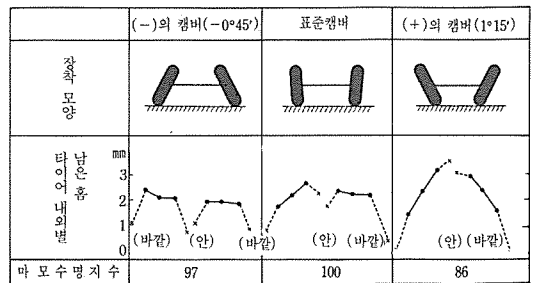
이것을 보면 좌우의 마모형상은 다르지만



<그림 14> 마모에 미치는 토의 영향 (마모형상 : 후륜구동차)



<그림 15> 마모에 미치는 캠버의 영향 (마모형상 : 전륜구동차)



차 량 : 중형승용차 홈 측정위치
 타이어 : 185SR14 ●인 : 중앙홈
 토 량 : 0mm ×인 : 솔더부

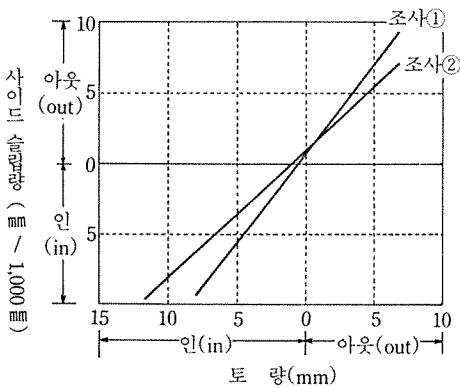
<그림 16> 마모에 미치는 캠버의 영향 (마모형상 : 후륜구동차)

전륜구동차와 같고, 마모상황은 토 0mm가

양호하며, 인 6mm는 바깥쪽의 편측마모, 아웃 6mm는 안쪽의 편측마모가 나타난다.

또한 캠버의 영향을 알아보기 위해 전륜 구동차의 토아웃 2mm의 상태에서 캠버를 $-0^{\circ}20' \sim -0^{\circ}30'$ 과 $+1^{\circ} \sim +1^{\circ}40'$ 의 두 수준에 의거 시험하였는데 <그림 15>에 나타난 바와 같이 토(toe) 변화가 타이어 마모에 미치는 영향보다는 적었다.

한편, 후륜자동차의 시험자료에서는 <그림 16>에 나타난 바와 같이 표준치에 대하여 -측, +측 모두 마모상태는 나빠지고 있으며, 적정치의 유지가 중요한 것으로 나타났다.



<그림 17> 토(toe)와 사이드 슬립량의 관계

측 사이드 슬립량 (mm/1000mm)	아웃 5.0mm		토인 1.0mm		4.0mm	
	좌	우	좌	우	좌	우
6.0	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모
4.0	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모
2.0	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	바깥쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모	안쪽이 많이 마모
0	내외차) 4.5	2.3	0.3	1.3	0.4	3.0

<그림 18> 사이드 슬립량과 타이어 마모형상

더구나 차량의 얼라인먼트를 체크하기 위해서는 일반적으로 사이드 슬립시험이 채용되고 있는데, 사이드 슬립량과 토의 관계는 <그림 17>에 나타난 바와 같이 상관관계가 있다.

참고로 사이드 슬립(side slip)량과 타이어의 마모상황 시험결과를 <그림 18>에 나타냈다.

(4) 그밖의 차량기구와 타이어의 마모

차량과 타이어의 마모관계는 차량형식, 현가장치 및 휠 얼라인먼트 [(1)~(3)항]가 큰 요인으로 작용하는데, 그밖에도 일상적으로 볼 수 있는 것으로서 그 예를 들면 다음과 같다.

① 파워 스티어링(Power Steering)차의 영향
전륜구동차가 증가함에 따라 전륜 타이어에 악조건이 가해지는 것에 대해서는 앞에서 설명하였지만, 그 위에 파워 스티어링 기구를 채용한 결과 전륜하중이 큰 데다가 타이어에 무리한 힘이 가해짐으로써 전륜 타이어는 솔더마모를 일으키기 쉽게 된다.

② 브레이크, 허브 및 스피들(spindle)의 이상
회전부분이 정상적으로 작동하고 휠에 힘이 전달되는 것을 전제로 하고 있는데, 휠에 이상한 힘이 가해지는 경우 타이어는 이상마모를 보인다. 예컨대, 허브 및 스피들의 편심, 굴곡 또는 베어링이나 킹핀이 헐거운 경우, 휠의 회전이 부드럽지 않기 때문에 부분적인 마모를 일으키며, 그것이 원인이 되어 다각형마모로 진전된다. 브레이크 드럼의 편심과 같이 부분적인 힘이 휠에 작용하는 경우에는 타이어의 한 부분이 비정상적으로 마모되는 국부마모가 되기도 한다.

(다음호에 계속)