

乘用車用 타이어의 異常磨耗(I)

李 源 澤*

1. 序 言

自動車用 타이어는 자동차의 발로서 다음의 4가지 기능을 발휘할 수 있도록設計, 製造하고 있다.

- (1) 자동차의 荷重을 지탱한다.
- (2) 驅動力, 制動力을 路面에 전달한다.
- (3) 路面으로부터의 衝擊을 완화한다.
- (4) 方向을 轉換한다.

이때 타이어의 轉動運動이 磨耗과 밀접한 관계를 유지한다. 즉, 타이어는 轉動時에 驅動·制動力, 自動車負荷重의 變動, 旋回時의 橫方向에 걸리는 힘 등을 받아 路面과의 사이에 摩擦이 일어나고, 그 摩擦力에 의하여 트레드 고무의 表面이 局部的으로 파괴되거나 離脫하여 타이어가 磨耗된다.

그러나, 타이어의 磨耗는 車輛의 機構, 使用·管理 또는 走行條件, 타이어 자체의 形狀, 構造 등을 要因으로 하여 일어나는데, 이것들에 어떤 異常이 발생한 경우 異常磨耗로서 나타난다.

다음에 乘用車用 타이어의 磨耗構造와 異常磨耗에 대하여 이해하기 쉽게 說明하고자 한다.

참고로 當協會에서 調査한 乘用車用 타이

어의 異常磨耗 發生現況을 보면 <表 1>에 나타나 있는 바와 같다.

<表 1> 승용차용 타이어 이상마모 발생현황

	1985	1986	1987	1988	1989	비고
總點檢臺數(A)	795	783	1,138	1,262	790	
異常磨耗發生臺數(B)	21	43	36	48	66	
異常磨耗發生率(%) (B/A)	2.6	5.5	3.2	3.8	8.3	

※ 資料 : 大韓타이어工業協會 타이어 點檢結果.

2. 타이어의 磨耗와 그 構造

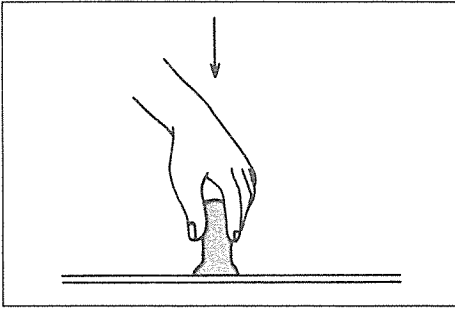
2.1 고무磨耗의 構造

文字를 지우기 위하여 지우개로 紙面을 문지르면 지우개와 紙面이 닳아서 부스러기가 생긴다. 이것이 고무의 磨耗原理인데, 다음의 實驗에 의해 이것을 확인하여 보고자 한다.

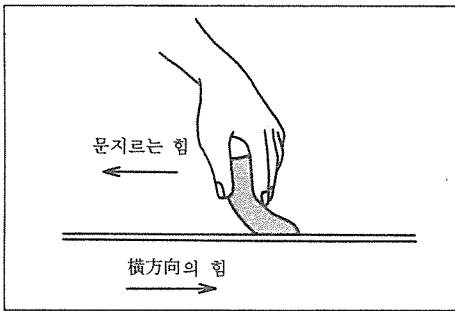
(1) 먼저 지우개를 종이 위에 놓은 다음 위에서 누른다. 지우개는 [그림 1]과 같이 變形할뿐 지우개는 磨耗되지 않는다.

(2) 다음에 지우개를 위에서 꼭 누르면서 橫方向의 힘을 가한다. 이때 지우개에는 가로 힘의 變形이 발생하고, 다시 橫方向의 힘을 세게 하면 [그림 2]와 같이 결국에는 지우

*大韓타이어工業協會 會誌課長



(그림 1)



(그림 2)

개의 接觸面이 미끄러지기 시작함과 동시에 지우개 등의 磨耗가 시작된다.

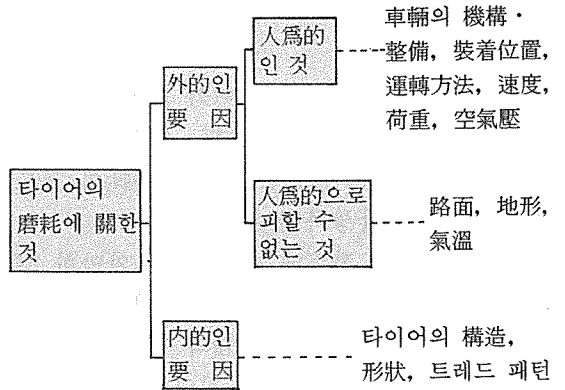
(3) 이와 같이 물체를 ‘문지른다’는 것은 ‘누르는 힘’과 ‘橫方向의 힘(거스르는 힘)’에 의하여 接觸面에 ‘미끄러짐’이 발생하게 하는 것이다. 그리고, 이 ‘미끄러짐’은 橫方向의 힘이 摩擦力의 限界(누르는 힘×摩擦係數)를 超過함을 의미하고, 그 결과 磨耗가 발생한다.

(4) 또한 異常磨耗의 構造에 대해서도 前述한 ‘橫方向의 힘’이 어느쪽인가 한쪽 방향으로만 반복되는 것 같은 條件에서는 摩擦의 入力側(그림 2에서는 지우개의 左側)이 出力側(그림 2의 右側)보다도 심하게 磨耗되며, 결과적으로 異常磨耗(偏磨耗)가 발생하는 것을 알 수 있다.

2.2 타이어 磨耗의 構造

(1) 원래 고무의 伸縮, 구부러짐 등의 形狀變化는 金屬에 비하여 매우 복잡하다. 또한 고무의 성질은 溫度, 速度 등의 影響을 받아 고무의 摩擦이나 磨耗가 크게 左右된다.

게다가 構造體로서의 空氣入 타이어를 포함하면 外的·內的要因이 다음과 같이 대단히 多樣할 뿐만 아니라 여러가지 複合形으로 影響을 받게 된다.

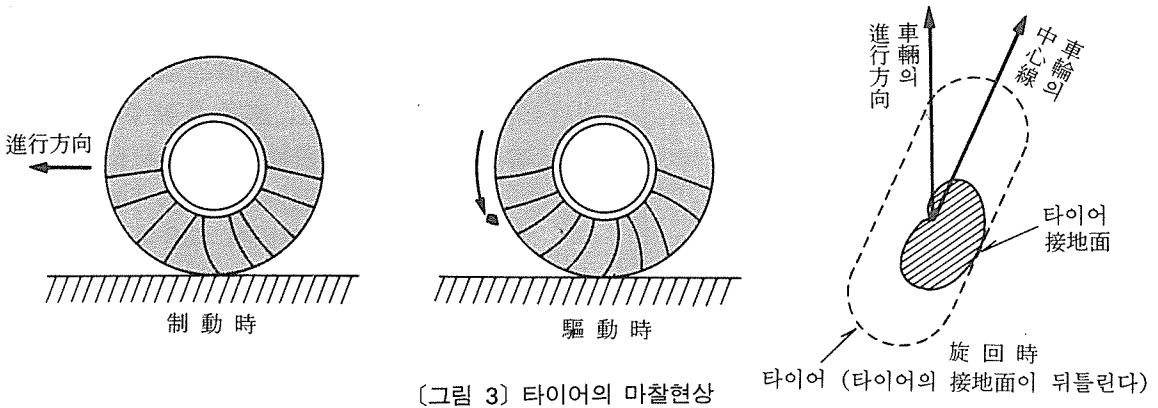


(2) 실제 타이어의 使用條件下에서는 이상과 같은 背景 때문에 複合的인 磨耗가 발생할 뿐만 아니라 매우 어렵게 되는데, 기본적으로는 지우개로 實驗한 것을 응용하고 있으며, 타이어 磨耗의 構造는 다음과 같이 要約할 수 있다.

① 타이어는 自動車의 走行裝置의 重要한 部品이며, 車輛에 裝着되어 그 重量을 지탱함과 동시에 驅動·制動·方向轉換 등의 역할을 하는데, 이때 타이어의 트레드部에 磨耗現象이 일어난다.

自動車가 走行할 때 타이어에는 車輛重量으로 인한 ‘上下方向의 힘’이 걸리고, 또한 驅動·制動으로 인한 ‘前後方向의 힘’과 方向轉換으로 인한 ‘橫方向의 힘’이 작용한다 (그림 3 參照).

이 때문에 타이어와 道路의 接觸面에 ‘미

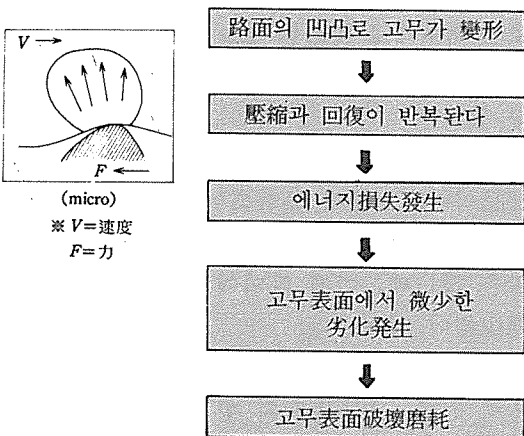


끄러짐'이 발생하여 타이어가 磨耗된다.

② 따라서, 그 작용(驅動·制動·方向轉換 등)의 정도(方向性)에 따라 磨耗의 정도에도 차이가 발생하여 왔다.

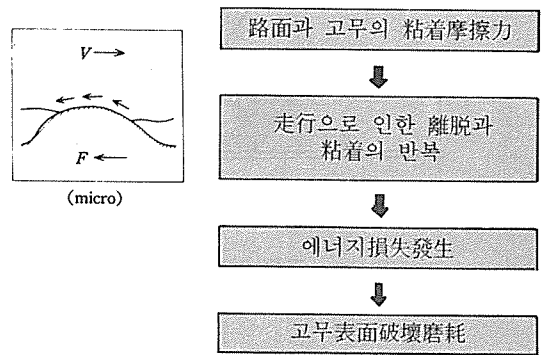
③ 또한, 그 정도에 대해서는, 완만한 磨耗에서부터 극히 심한 磨耗까지 다음의 다섯 가지로 나눌 수 있다. 路面의 영향, 고무의 상황에서 磨耗에 이르기까지의 經過를 화살표로 나타냈다.

㉠ 變形損失摩擦에 의한 磨耗(hysteresis loss)



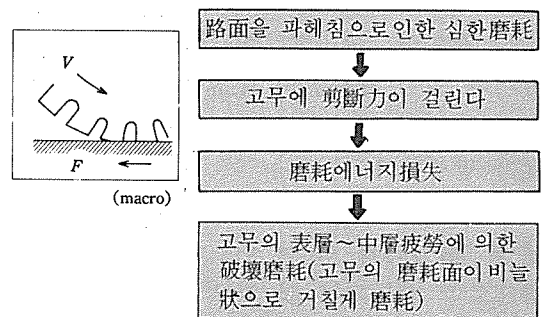
※ 타이어가 制動·驅動·橫力을 받지 않고 自由轉動하는 상태에서 磨耗되는 現象을 말하며, 磨耗되는 고무는 작고 가늘다.

㉡ 粘着 또는 凝着摩擦에 의한 磨耗(adhesion)



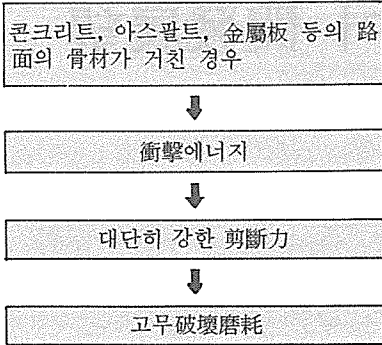
※ 타이어가 일반적인 制動力, 驅動力, Cornering의 橫力을 받는 상태에서 磨耗되는 現象을 말하며 고무의 表層이 磨耗된다.

㉢ 掘起摩擦에 의한 굵힘磨耗



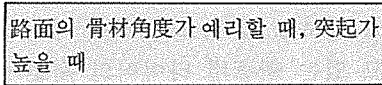
※ Hard 走行에서 急制動이나 急發進, 急激한 Cornering을 할 때 또는 거친 路面을 走行할 때 굵히듯이 磨耗되는 現象을 말하며, 지우개의 마모는 주로 여기에 해당한다.

㊤ 衝擊摩擦에 의한 磨耗



※ 路面이 거칠수록, 速度가 빠를수록, 荷重이 무거울수록 衝擊力이 커지며, 이렇게 될 경우 충격력이 고무의 強度보다 커서 破壞磨耗가 발생한다.

㊤ 切傷에 의한 磨耗



※ 路面의 突出物에 의해서 切傷磨耗되는 現象을 말한다.

2.3 타이어의 磨耗理論

타이어는 일반적으로 橫方向에 걸리는 힘(橫力)과 縱方向에 걸리는 힘(縱力)에 의해 磨耗가 되는데, 「Schallamach의 理論式」에서 는 다음과 같이 된다.

$$A = \gamma\rho \frac{F^2}{C} = \gamma\rho SF$$

A : 磨耗量

γ : 트레드 고무의 磨耗度

ρ : 타이어의 反發彈性

F : 타이어의 接地面에 작용하는 外力(接地力)

C : 타이어의 剛性(세로 또는 가로)

S : 타이어 接地面에 있어서의 Slip率

註) γ, ρ 는 타이어의 構造나 材料에 의해 決定되는 定數임.

이 式에 의해 타이어의 磨耗는 다음과 같이 말할 수 있을 것이다.

(1) 接地面에 걸리는 外力(水平接線方向)이 클수록 磨耗가 많이 된다.

(2) 接地力의 미끄럼량이 클수록 磨耗가 많이 된다.

(3) 타이어의 종류에 따라서도 어느 정도 磨耗에 차이가 있다.

특히 磨耗는 (1)의 接地面에 걸리는 外力과 그 外力에 隨伴하여 발생하고, (2)의 接地面의 미끄럼이 크게 영향을 미친다. 예컨대, 制動이나 橫力을 그다지 받지 않아서 부드럽게 轉動하는 高速道路와 항상 制動이나 橫力을 받는 꼬불꼬불 구부러진 山岳路에서는 타이어의 磨耗가 많이 된다. (다음 號에 계속)