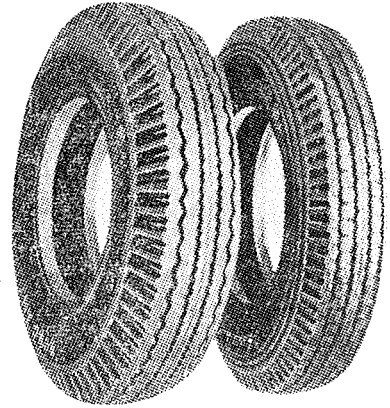


高速用 타이어

興亞 타이어 株式會社

技術常務 姜 杰

(I)



◎ 序 論

나는 昨年 4月~5월에 우리 工場에서 製造한 타이어가 輸出使用되고 있는 外國 여러곳 (越南, 인도네시아, 비올빈, 泰國, 비어다, 파키스탄, 아프리카 等地)에 가서 道路狀態, 走行速度, 車輛의 種類 및 其他 使用條件 등을 調査할 機會를 갖았었다. 그런 結果 出發前에 想像한 바와는 너무나 差異있고 놀라움게 大部分이 우리나라에서 보기도 못한 좋은 高速道路가 氣分 좋게 늘어져 있고 大型 트럭이 짐을 가득 싣고 運轉手만 交替되고 數晝夜 계속 高速으로 달리는 것을 보고 새삼스럽게 高速化時代라는 것을 느끼게 되었다.

내가 다녀온 곳의 氣溫은 우리나라 보다 平均(夏節期) 10~15°C 높은 40°C 程度의 무더운 곳이었다. 上記와 같은 條件에 適應할 수 있는 타이어를 輸出하여 美國이나 日本製에 못지 않게 하여야 된다는 責任感을 製造技術分野의 한사람으로 깊이 느끼지 않을 수 없었다.

우리 韓國도 今年 6~7月頃에는 서울과 釜山間 全長 高速運行이 可能하게 되고 數日前인 4月 15日에는 湖南地方 高速道路(大田—順天)의 起工式이 있었으며 1971年 末頃에는 國內의 幹線道路는 거의 完全히 高速道路화하게 되며 타이어는 高速용으로 登場케 된다. 이와 같은 國內外 高速화된 狀況에서 高速用 타이어에 關하여 다시 한번 생각하고 整理해보는 것은 時期的으로 보아 有益하여 經驗을 되써겨 簡略하게 特性을 論해 보고자 한다.

1. 高速타이어의 特性

우리나라에서는 高速이라 하면 普通 90~100km/hr 로 走行되고 外國에서는 130~140km/hr 로 走行하는

例가 많다. 高速走行으로 因해서 타이어는 變形反復速度와 回數가 增加되고 그것은 熱로 化하여 結局에는 타이어의 耐久性이 弱해지고 安全問題가 되어지는 것이다. 高速으로 走行할 때는 또한 操縱安定성과 方向安定성이 되어져야 한다. 高速走行時의 타이어의 故障은 곧 人命事故를 誘發하는 것이기 때문에 高速化를 맞이함에 있어서 安全性은 看過할 수 없는 重要 問題인 것이다.

1-1. 高速走行과 타이어의 溫度上昇

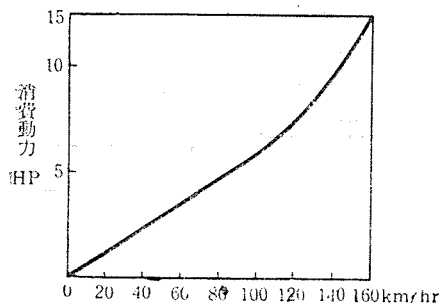
타이어가 走行할 때 負荷荷重에 依하여 路面에 接하는 部分에 變形이 생기고 그에 따라 引張, 壓縮, 剪斷力 등이 타이어 自體에 作用하여 溫度上昇으로 變한다. 高速타이어의 壽命을 支配하는 것이 이 溫度上昇 即 發熱問題라고 하여도 過言은 아니다.

타이어가 速度가 빨라지면 타이어 特有的 Standing Wave가 생겨 回轉을 抵抗한다. 그것은 대개 速度의 3乘에 比例하여 增加하며 그에 따라 타이어 內部溫度도 이에 比例하여 上昇한다.

그래서 Standing wave를 發生시키는 臨界速度를 높이기 爲하여서

- ① 타이어의 Size를 크게 하고
- ② Carcass cord 配置角을 回轉方向에 가차옴게 하며
- ③ 內壓을 올리고
- ④ 配合고무는 Hysteresis Loss가 적게하여 Energy 損失을 줄이고
- ⑤ Tread Design은 內部摩擦이 적고 熱放散이 좋도록 해야 한다.

[그림 1]에서 보는 바와 같이 高速되면 動力 消費는 直線的으로 增大하다가 80 km/hr 以上에서는 떨어져 急速으로 커짐을 알 수 있다. 이것은 타이어가 接地함으로써 생기는 變形이 接地를 떠나 元狀態로 回復하려는 作用은 比較的 低速인 範圍에서는 回轉速度가 回復



[그림 1] 消費動力과 速度와의 關係

하러는 速度보다 늦기 때문에 問題가 없으나 타이어가 매우 빠르게 回轉하면 反對現象이 되기 때문에 變形된 狀態 그대로 回轉하게 되어 壓縮과 튀어나오는 波狀現象이 나타난다. 곧 이것이 Standing Wave 인 것이다. 이것이 처음은 表面에 나타나지 않고 內部的으로 應力이 커진다. 그리고 內部摩擦이나 位相效果에 의해 큰 Energy 損失이 따르게 된다. 이와 같은 것 들은 곧 타이어의 變形에서 오기 때문에 타이어의 構造, 材料, 空氣壓, 荷重 等に 密接하게 關係 된다는 것을 容易하게 理解하게 된다.

一般의으로 回轉抵抗은 摩擦法則과 같이 다음 式으로 表現된다.

$$R_r = \mu \cdot w, \quad \text{여기서 } R_r : \text{回轉抵抗}$$

$$w : \text{荷重}$$

$$\mu : \text{回轉抵抗係數}$$

이 抵抗係數 μ 는 路面의 狀態, 空氣壓, 타이어 Design 材料, 構造 (construction) 等に 따라 다르나 아래의 같은 實驗式이 成立된다.

㉔ E. Dörr 와 Kamm 式

$$\mu = \left[5.1 + \frac{5.5 + 18 \frac{w}{1000}}{p} + \frac{\left(8.5 + 6 \frac{V}{1000} \right) \left(\frac{V}{1000} \right)^2}{p} \right] \times 10^{-3}$$

W : 타이어 荷重 kg
P : 타이어 空氣壓 kg/cm²
V : 車速 km/hr

適用範圍 P=1.4~3.5 kg/cm²

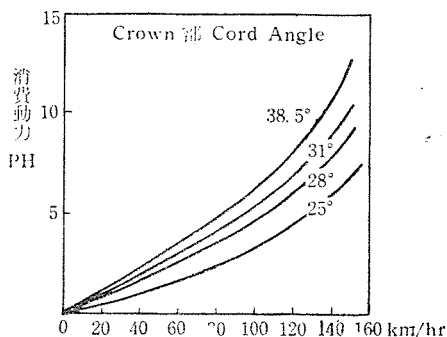
V=150 km/hr 까지

㉕ H. Hahn 式

$$\mu = \left[\frac{0.019}{\sqrt[3]{p^2}} + \frac{0.00245}{\sqrt{p}} \left(\frac{V}{100} \right)^3 + \frac{0.0042}{\sqrt[3]{p^4}} \left(\frac{V}{100} \right)^3 \right] K$$

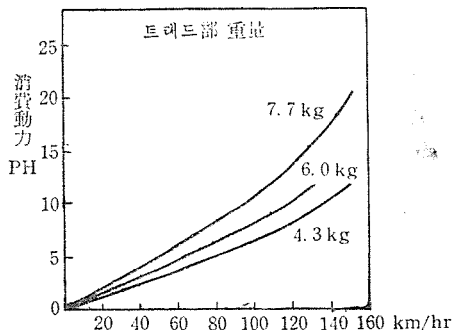
P : Tire 空氣壓 kg/cm²
V : 車速 km/hr
K : Tread 摩擦에 따른 係數

上記 두 式에서 보는 바와 같이 空氣壓을 높이면 變形이 減少하는데 타이어의 剛性이 높아지기 때문이다.



[그림 2] Cord 角度와 回轉抵抗

[그림 2]에서 보는 바와 같이 Crown部 Cord Angle 이 中心線에 가까우게 할 수록 타이어의 變形이 原狀態로 回復하는 速度가 빨라진다.



[그림 3] 트레드 重量과 回轉抵抗

[그림 3]에서 보는 바와 같이 트레드 重量을 줄이면 回轉抵抗은 減少한다.

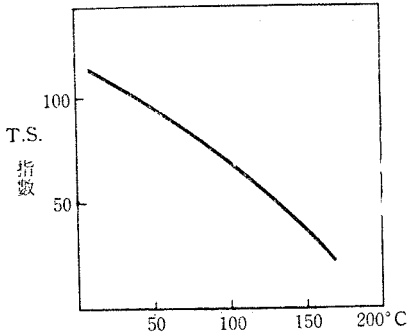
荷重이 回轉抵抗에 미치는 關係는 앞서도 記錄한 바와 같이 $R_r = \mu w$ 式에 의해 μ 가 一定한 타이어는 荷重의 增加에 比例하여 直線的으로 增加하나 實際로는 Kamm의 實驗式에 보인 바와 같이 μ 自身이 荷重과 함께 增加하게 된다. 타이어의 外徑이 적을 수록 同速度에서 時間當 屈曲 Cycle 數가 많은 크로 回轉抵抗은 타이어의 回轉半徑에 反比例하게 된다 그러므로 可及의 Size 가 큰 타이어를 使用할 수록 有利한 것이다.

고무가 回轉抵抗에 미치는 影響은 Tread 와 Carcass 가 Hysteresis Loss 가 同一하다고 하여도 Tread 가 더 큰 便이다.

또한 近間에는 Pneumatic Tire 의 接地壓 分布 問題를 갖고 多角의인 試驗結果 走行中 接地面前 및 後端에 甚한 壓力分布가 나타나므로 發熱을 促進 한다고 判斷되고 있다. 그래서 壓力分布를 고무 分散 시키기 爲하여 트레드 및 카카스 部를 軟하게 해주는 傾向이 다.

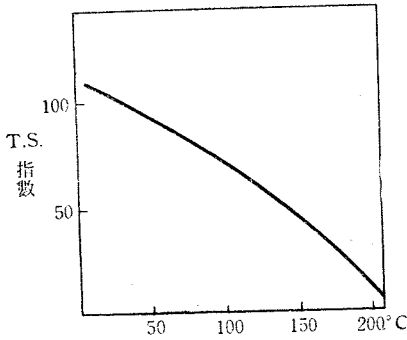
1-2. 溫度上昇과 物性的 劣化問題

高分子物質은 加熱狀態에서 힘이 低下하고 化學變化로 因한 質的劣化를 맞어온다.



[그림 4] 加溫고무와 T.S. 指數

또한 室內 走行試驗을 하여 타이어 溫度가 157°C 以上에서 半數의 타이어가 故障이 發生하고 125°C 以下



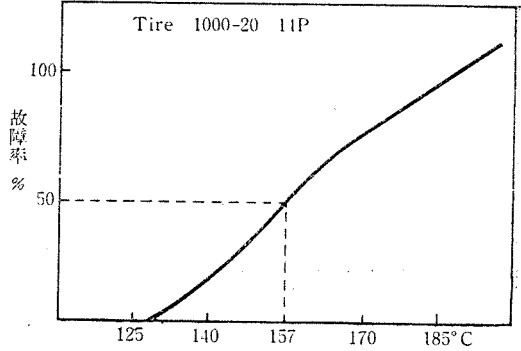
[그림 5] Nylon cord와 T.S.指數

에서는 熱에 依한 異狀은 別로 없었다. ([그림 6] 參照)

動的狀態에서의 고무 劣化 問題는 物性變化過程이 너무 複雜하나 變化 해가는 方向은 거의 同一性을 띠우고 있음이 確認 되었다.

即 ① 動的 彈性率의 減少

- ② 力學的 損失係數의 減少
- ③ Modulus의 增加
- ④ 硫黃結合의 變位(Pollyy 結合의 分解)
- ⑤ 破壞強度의 低下 等이다.



[그림 6] 타이어 溫度와 故障率(%)

各種 Filler에 依한 變化性은 다르나 酸化 反應에 依한 主鎖의 切斷 및 S結合의 分解 等이 高溫에서 促進되기 때문이다. 타이어의 事故는 主로 고무 分子切斷에 破壞核이 發生하고 그곳에 應力이 集中되어 Crack 成長 이 되어 Separation 等의 事故를 맞어오는 것이다. 그러므로 高速用 타이어의 고무 配合에서는 特히 Filler와 Polymer 選擇도 重要하고 더욱 重要한 것은 均一한 分散과 均一한 架橋相을 이룩해 줌으로 甚한 力學的인 作用과 加溫狀態에서 應力을 고무 分散시켜 集中的인 應力作用을 避하고, 集塊의 破壞로 始作되는 Crack 成長을 防止토록 할 것이다. 配合工程中 留意하여 타이어의 回轉時 發生하는 Brown 運動의 均一化와 急激한 變化가 없도록 할 것이며, 또한 Sulfur donur 等의 適用으로 熱劣化를 抑制토록 하는 方法도 있을 것이다. (繼續)

