

乘用車用 타이어의 設計傾向

J. N. Randles*

李 源 善 譯

앞으로의 自動車用 타이어 開發方向은 타이어의 Pattern을 變更하거나 또는 乘車感을 向上시키는 것도 重要하지만 回轉抵抗이 작은 타이어를 開發하여 에너지를 節約하여야 된다는 것이 더욱 重要한 課題이다.

1. 序 論

過去 20餘年동안 自動車的 操縱性, 安全性, 走行性能 등의 發展이 타이어 産業發展에 依하여 이루어졌다고 생각할 수 있으므로 그동안 타이어 産業이 많이 發展하였다고 자부할 수 있다. 그러나 앞으로도 더욱 努力을 하여야 된다는 責任을 느껴야 할 것이다. 自動車産業에서 一定水準의 乘車感과 操縱성을 維持하는 것도 重要하지만, 더욱 重要한 것은 에너지 危機에 對處한 에너지 節約, 環境保存, 品質保證 問題 등이다. 그 중에서도 가장 問題가 되는 것은 에너지 問題이다. 또한 自動車業界에서 直面하고 있는 어려운 問題들 중에서는 타이어 會社들이 解決하여야 할 分野의 問題들이 있다는 것을 알아야 되겠다.

이러한 目的의 하나로서 自動車産業에서 에너지 節約을 위하여 특히, 타이어 業界에서 協助하여야 할 分野에 對하여 說明하고자 한다.

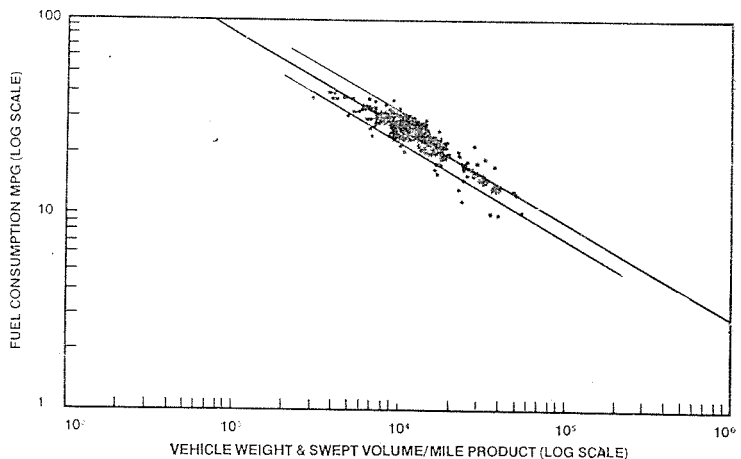
2. 에 너 지

世界の 燃料資源은 急激히 減

* Director, Vehicle Engineering, Jaguar cars

어지고 있다. 自動車工業에 있어서의 燃料節約에 對한 狀況을 보면 英國에서는 철저히 施行하고 있으며 유럽에서도 이미 보편화되어 있으므로 美國과 같은 法的 조치는 必要없게 되었으며, 따라서 北海 石油資源이 오래 存續될 것으로 보인다.

앞으로 6年間에 平均燃料使用率을 減少시킬 수 있는 획기적인 技術開發은 없을 것 같으며 이 期間에 우리들은 에너지 使用現況을 正確히 調查하여 燃料을 節約하여야 될 것이다. 이와 같은 에너지 使用現況調查에 對하여는 S.M.M. & T.에서도 알고 있으며 自動車業界의 事業計劃에도 78年 10월부터 85年 10월까지 7年間 燃料 10% 節約計劃이 들어있다. 또한 이 期間중에 自動車



[그림 1] Urban fuel consumption, European manual transmission cars.

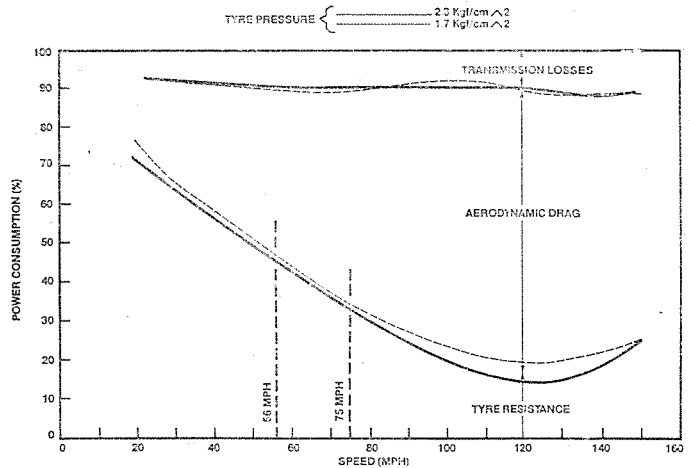
燃料의 燃燒效率을 向上시킬 경우 13~15%까지는 燃料使用量을 減少시킬 수 있다. 만약 英國에서 保有하고 있는 車輛에 對하여 燃料節約을 한다면 그림 1에서 알 수 있는 것과 같이 總 20%以上 減少될 수 있으므로 目標은 達成될 수 있을 것이다. 現在 美國에서는 燃料節約을 法的으로 規制하고 있는 CAFE(Corporate Average Fuel Economy)에서 1978년에 1 gallon當(3.785l) 21.6 mile(35.0km)을 走行하고 1985년에는 1 gallon當 33.0 mile(53.0km) 走行하도록 法的으로 規制施行하고 있으므로 車輛이 小型化되고 있다. 앞으로 美國의 自動車工業은 現在의 유럽의 自動車工業과 거의 같게 될 것이다. 1990년에서 1992년까지는 유럽에서는 燃料節約을 法制化시키지는 않을 것 같으며 그 때까지 燃料節約에 對한 새로운 技術이 開發되어 活用될 수 있도록 期待하고 있다.

3. 타이어에 의한 燃料消費

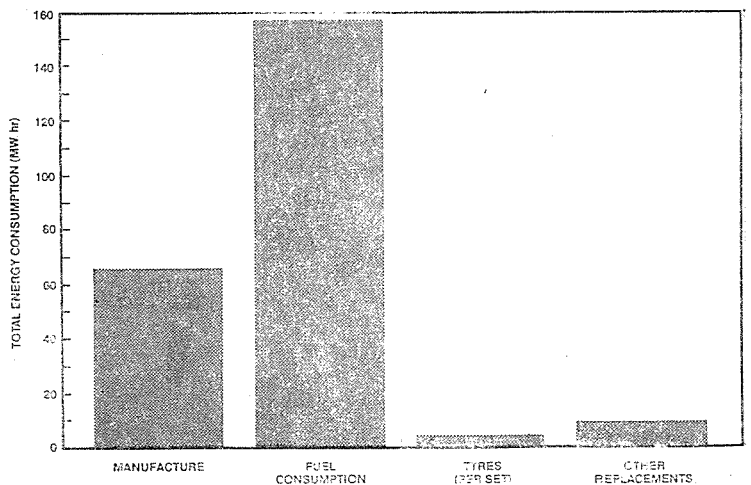
自動車가 走行하는데 必要한 에너지 중에서 타이어에 依하여 消費되는 에너지가 얼마나 되는가를 決定한다는 것은 매우 어려운 일 중의 하나이다. 그러나 自動車を 運轉하는 사람들의 情報나 經驗的인 試驗에 依하면 75mph에서는 全體 에너지 중 35%를 타이어가 占有하고, 56mph에서는 全體 에너지 중 45%를 타이어가 占有하며(그림 2 참조), 都市地域運行時에는 30%를 타이어가 占有한다고 한다.

이들 숫자에서 알 수 있는 것은 全體 에너지 중에서 中間值인 38%를 타이어가 占有하게 되고, 또 算術平均値로는 36.6%의 燃料을 타이어가 消費하

게 되는 것이다. 이 중 어떤 方法이든 이것은 總 에너지 消費量중에서 타이어 回轉에 의해 消費된 에너지를 말하는 것이다. 自動車生産에서부터 廢車할 때까지의 에너지 消費를 볼 때(그림 3 참조), 만약 自動車を 購入하여 廢車할 때까지 타이어를 新品으로 2回 交換時에는 全體 에너지 중에서 26.7%를 타이어가 消費하고, 5回 交換時에는 全體 에너지 중에서 30.2%를 타이어가 消費하게 된다. 만일 타이어가 消費하는 에너지중에서 10%만 節約할 수 있다면 유럽에서만도 年間 286萬톤의 燃料을 節約할 수 있으며, 路面의 摩擦係數를 작게 하는 方法 등을 研究開發한다면 回轉低抗을 15%까지는 용이하게 減少시킬 수 있다. 타이어



[그림 2] Power consumption distribution against speed.



[그림 3] Total energy consumption of a vehicle with a life of 100,000 miles.

가 소비하는 에너지의 대부분은 Hysteresis loss 이며 이 Hysteresis loss 는 屈曲, 트레드 配合, 트레드 幅에 많은 영향을 받는다.

(1) 타이어의 屈曲

타이어 屈曲은 乘車感과 直接的인 關係가 있으며 또한 에너지 消費와는 比例하게 된다(그림 4 참조).

그러나 그림 5에서 알 수 있는 바와 같이 曲線이 適正空氣壓을 지나서는 거의 水平을 維持

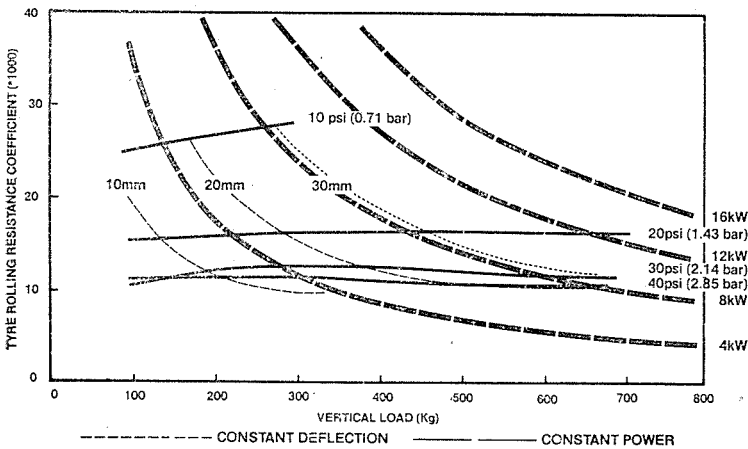
하고 있기 때문에 타이어의 空氣壓의 增加에 따른 強度增加(stiffness)에도 限界가 있으므로 *ETRTO 規格에 따라 設計된 타이어는 屈曲이 작다.

(2) 트레드 配合

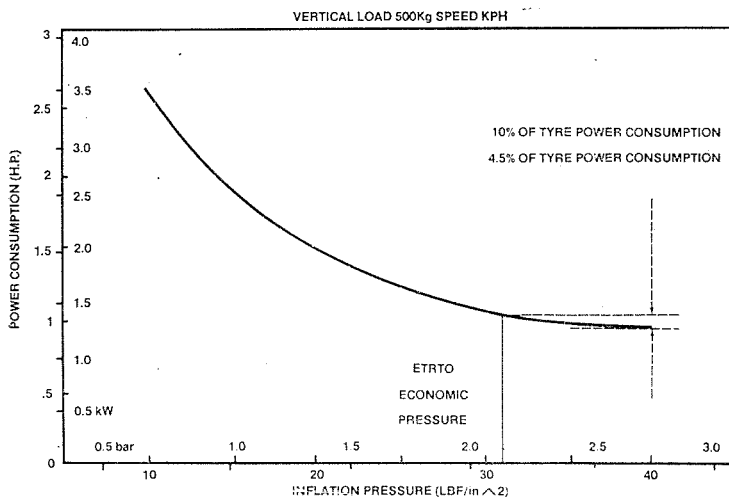
Wet Grip 性과 에너지 消費와는 直接的인 關係가 있으므로 트레드 配合를 잘 檢討할 必要가 있다. 特히 最近에는 트레드 配合技術이 많이 發展하였고 또한 트레드 配合는 Hysteresis loss 면에서 再檢討할 時期가 온 것 같다. 이러한 트레드 配合에 對한 研究開發은 타이어의 壽命을 延長시키는 役割을 하게 되므로 만약 타이어 業界에서 交換用 타이어 市場을 維持하기 위하여 같은 水準의 타이어 壽命을 願한다면 트레드의 스키드 깊이를 낮게 하면 될 것이며, 이렇게 함으로써 타이어의 무게도 가벼워질 수 있다.

(3) 트레드 幅

트레드 幅은 에너지 消費와 直接的인 關係가 있을 뿐 아니라 操縱性과 Balance 와도 關係가 있다. 回轉性은 Breaker 幅의 自乘에 比例하므로 가장 注意할 일은 相互關係를 잘 考慮하여야 된다. 즉, 다시말하면 操縱性이 良好하면 에너지를 多少 節約할 수 있다는 것이다. 回轉性이 不良하다는 것은 에너지 消費가 많다는 것과 또한 自動車의 車台支持裝置(suspension)가 맞지 않는다는 것을 意味한다. 예를 들면 每 g 當 4°의 回轉力(現在의 正常狀態)인 경우 $\frac{1}{4}$ "의 toe in 에 對한 走行力은 前軸에 걸린 무게의 0.02%이며, 60mph의 속도로서



[그림 4] The relationship between comfort and power consumed.



[그림 5] Power consumed versus inflation pressure.

* The European Tire and Rim Technical Organization

回轉時 $0 \sim \frac{1}{4}$ " toe in 差는 燃料消費를 約 5% 增加시킨다. 回轉性이 不良해지면 그만큼 比例的으로 에너지 消費가 增加하게 된다.

平均 Slip angle의 自乘을 超過할 경우에는 燃料節約을 할 수 있을 것이라고 期待하겠지만 車台支持裝置(suspension)가 不正確한 경우에는 同一한 車台支持裝置에 取付되었지만 回轉力이 큰 타이어는 작은 타이어보다 타이어 壽命이 짧은 것으로 보아 이런 問題들이 타이어 壽命에 影響을 미친다는 것을 알 수 있다.

(4) 타이어의 重量 및 크기

ETRTO 規格에서 規定하고 있는 타이어가 支持할 수 있는 荷重能力에서, 그림 6 과 같이 타이어 偏平比(Asspect Ratio)를 80%에서 60%로 낮게 할 경우에는 타이어斷面幅을 20~30mm 增加시켜야 하므로 偏平比를 줄인다는 것은 매우 複雜하고 어려운 일이다.

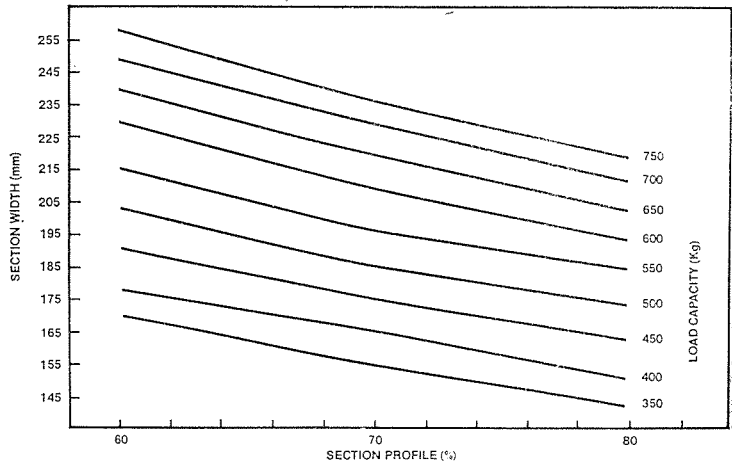
偏平比를 줄이게 되면 트레드 幅이 넓어지고 Rim 直徑 및 幅이 커지므로 慣性能率이 커지게 되는데 慣性能率이 約 15~20% 커지고, 重量은 約 13~18% 增加된다. 이것은 自動車 全體重量 및 自動車의 慣性에 많은 影響을 주지는 않으며 大略 全體重量이 1% 程度 增加되지만 慣性能率關係로 燃料消費는 0.37% 程度 적어진다. 이것은 비록 적은 量이지만 無視해서는 안 된다.

만약 車에 스페어 타이어를 갖고 다니지 않는다면 約 1.3%의 平均重量이 가벼워지므로 燃料가 0.48% 節約된다. 이는 平均的으로 0.2%의 에너지 節約이 되는 것으로, 아주 적은 量 일지는 모르나 유럽 地域만 하

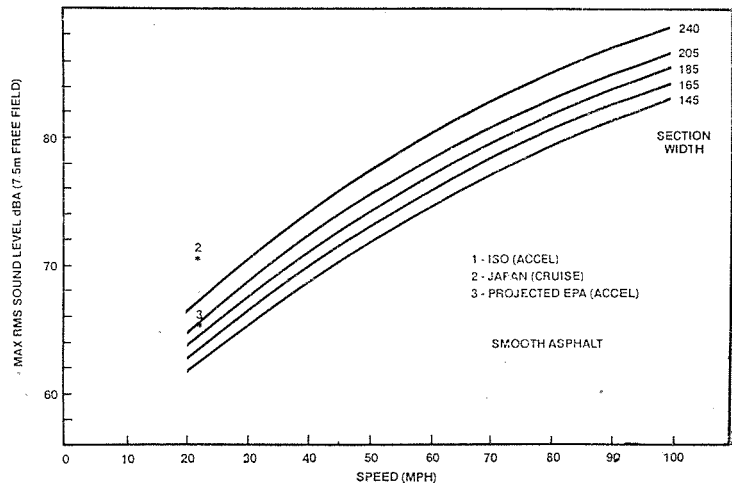
더라도 年間 60,000 ton의 燃料節約을 가져오게 되는 숫자이다. 또한 車를 利用하는 유럽人 1人 當 年間節約이 約 \$2.0인 셈이다.

4. 騒 音

美國에서는 現在 타이어에 依한 騒音을 줄여야 된다는 輿論이 비등하고 있으며 어떤 州에서는 1982년까지 50kph의 加速時 75dBA 로 法的으로 規制하고 있다. 大型自動車에서는 타이어 騒音만



[그림 6] 15" rim economic load carrying capacity up to 230 kph.



[그림 7] The effect of section width on coast-by noise levels on a large car.

으로도 이 基準의 騒音이 發生되고 경우에 따라서는 超過할 수도 있다고 한다. 또한 타이어에 의한 騒音을 더 規制하도록 EPA에서는 檢討하고 있다. 이 경우 그림 7에서 알 수 있는 것과 같이 最少騒音基準을 65dBA로 한 日本의 走行試驗(cruise by test)에서와 같이 30kph의 走行試驗(coast-by test)을 提案하고 있다. 現在 複雜한 pattern으로 トレ드 幅을 넓게 하는 傾向이 있는데 이것은 J.C. Walker와 D.J. Major⁽¹⁾가 提示하는 理論과는 맞지 않는 것이다. 즉 모순되는 것이다.

一般的인 法則으로서는 トレ드 幅이 20mm 넓어질 때마다 騒音이 約 1dB 增加한다. 複雜한 トレ드 pattern 일수록 騒音發生이 많으며 Block의 大小에 따라서도 2dB의 騒音差가 있다. トレ드 幅이 40% 增加하게 되면 操縱性과 Balance가 倍 以上の 影響을 받게 되고 또한 騒音은 3dB 까지 增加하기 때문에 騒音과 操縱性과는 直接的인 關係가 있다.

5. 安 全

政府에서 制定한 安全에 關한 法이 엄격한 것이 못되는 것은 世界各國의 立法機關이 無關心하기 때문이 아니고 試驗順序(方法)을 明白히 하기가 困難하기 때문이다. 操縱性, 走行速度 등 安全에 關한 必要한 事項을 明確히 하는 二次的인 責任은 製造會社의 責任이다. 美國의 法律은 事故發生後(二次的인 安全) 피해를 防止하는 것보다도 事故를 未然에 防止하는(一次的인 安全) 方向으로 立法化하는 傾向으로 變化하고 있다.

(1) 一次的인 安全

一次的인 安全은 運輸業界에서 타이어의 空氣 壓調整을 잘 하게 되면 쉽게 解決될 수 있다. 이런 점에서 앞에서 說明한 바와 같이 偏平比를 줄이려는 것은 トレ드 幅 增加量의 自乘 程度로 Balance가 좋아지고 또한 回轉力도 增加되므로 매우 有益한 것으로 볼 수 있다. 그러나 이렇게 偏平比를 낮게 할 경우 어려움이 뒤따르지 않아야 하겠으나, 實際로는 運轉經歷이 不足한 運轉

技士들을 困難하게 하든가 또는 비올 때 Wet Grip 이나 Hydroplaning 現象에 注意를 하여야 되기 때문에 偏平比를 낮게 하는 데도 問題가 있다.

(2) 二次的인 安全

現在 法的으로 規制하고 있는 것은 實施하기 쉬운 直線 Course에서의 空氣 漏出試驗 만을 하도록 되어 있으나 이것이 모든 空氣漏出을 代表할 수 있는 典型的인 것은 못된다. 그리고 더욱 重要한 것은 空氣漏出時의 運轉技士의 反應이다. 高速走行時에 타이어의 空氣가 갑자기 빠지게 되면 大部分의 運轉技士들은 道路邊에 停車하려고 하지만, 만일 過速走行일 경우에 이를 試圖한다면, 타이어 Bead部가 離脫되면서 車輛을 操縱할 수 없게 된다. 그러나 계속 直行으로만 走行하려고 한다면 그것은 操縱이 可能하다고 한다. 따라서 空氣가 빠진 상태에서의 回轉能力이 檢討되어야 하며, 이것은 당연히 運轉技士가 判斷할 問題이나, 이 問題를 解決하기 위해서는 Bead를 Rim에 잘 固定시켜야 한다.

이 점에 있어서 타이어業界에서는 여러 가지 方案을 갖고 있으나 이들 各方案은 自動車業界나 顧客이 Rim을 選擇하는데 있어서 制限을 주고 있으므로 採擇되지 않았다. 따라서 타이어業界에서는 採擇될 수 있는 方案을 會員間에 合意하여 自動車製造會社가 可能한 限 빨리 어떤 製品이든 이러한 중요한 安全特性(Bead 固定)을 갖춘 모든 타이어를 가질 수 있도록 하지 않으면 안된다.

(3) Run Flat

Run flat 타이어는 펑크가 나도 계속 走行할 수 있는 能力이 있으며, 특히 高速走行時 타이어의 空氣가 빠져도 타이어가 破裂되지 않도록 保障하는 安全特性이 있다. 이렇게 타이어가 펑크가 나도 계속 走行할 수 있다면 스페어 타이어가 必要 없게 되므로 매우 重要한 意味를 갖게 된다. 즉, 스페어 타이어가 필요없게 되면 그만큼 車輛重量이 가벼워질 뿐만 아니라 現在의 트렁크(trunk) 容積을 그대로 維持하면서 車輛全體의 길이를 줄

일 수도 있다.

(4) 타이어 空氣壓

타이어의 空氣壓이 낮으면 무엇보다도 事故가 많이 發生하게 되는 原因이 된다. 最近의 調査에 依하면 타이어의 適正空氣壓을 유지한 車輛은 全體車輛의 61%에 불과하며 또한 2%에 該當하는 車輛은 타이어의 空氣壓이 너무 낮아 事故날 危險이 있었다고 한다(그림 8 참조).

溫度, 速度, 荷重 變化에 따라 타이어의 空氣壓을 調整한다는 것은 道路交通安全上 대단히 重要的 事이다. 위와 같이 溫度, 速度, 荷重 變化에 따른 空氣壓調整 System을 開發하고는 있으나 多少의 결함이 있으며 完全한 것이 없다. 이러한 溫度, 速度, 荷重變化에 따른 空氣壓調整을 잘 할 수 있도록 速度와 荷重을 正確하게 調整할 수 있는 System이 必要하며 最終적으로는 Computer를 使用하게 될 것으로 期待하고 있다. 한편 運轉技士들에게는 타이어 空氣壓에 對한 危險性을 Placard나 Television 등을 통하여 啓蒙·선전할 必要가 있다.

6. 生産 責任

自動車業界의 承認도 없이 自動車部品인 타이어를 市中에서 購入하여 交換하고 있기 때문에 타이어業界에서는 品質이 좋은 타이어를 生産해야 할 責任이 있으며 이렇게 함으로써 自動車業界에서는 有利하게 된다. 自動車用 타이어는 自動車の 安全要素의 하나이며 또한 生産과 責任에 對하여 統制하기가 어려운 製品이다. 配合를 잘못하거나 또는 제조를 잘못하였을 경우에는 recall이나 法的인 소송 등 어렵고 複雜한 問題가 야기된다.

品質管理를 철저히 하고 있는 美國의 品質保證法(Product Liability Laws: 自己製品은 各自가

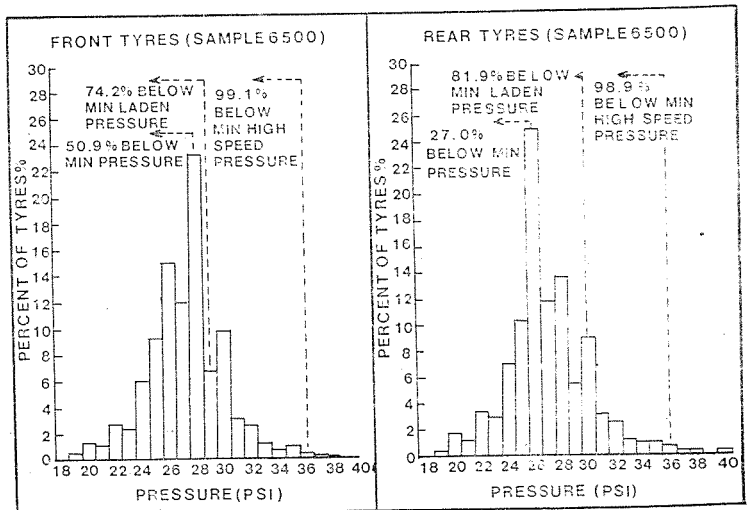
保證(責任)을 英國에서도 制定實施하여야 된다는 여론이 대두되고 있다. 自動車業界에서도 業界自身을 위해서도 品質管理를 철저히 하여야 되며 또한 製品試驗을 꾸준히 하여야 된다.

7. 結 論

타이어에 依하여 消費되는 에너지의 比率이 상당히 많으므로 이렇게 消費되는 에너지를 節約하기 爲하여 우리는 많은 努力을 하여야 한다. 엔진 分野의 技術을 考慮해본다면 1985年度까지는 15%의 燃料를 節約할 수 있을 것으로 본다 고 한다.

앞으로 5年間 타이어에 依하여 消費되는 에너지를 10% 節約한다는 것은 유럽에서만 年間 約 1,450萬ton의 에너지를 節約하는 것으로서 이것은 全體 에너지의 18.5%에 該當하는 量이다.

自動車の 重量을 10% 줄이게 되면 燃料를 3.7% 節約할 수 있으며, 타이어에 依하여 消費되는 에너지를 10% 節約한다면 燃料를 3.8% 節約할 수 있다고 한다. 實際로 自動車の 重量을 10% 줄인다는 것은 自動車設計를 다시 하여야 되는 등 莫大한 費用이 드는 經濟的인 問題가 많이 따르지만, 타이어에 依한 에너지를 10% 節約한다는 것



[그림 8] Tire pressure survey.

■ 技術篇

은 트레드 配合을 變更하든가 하는 比較的 적은 費用으로서도 할 수 있는 일이다. 一般的인 偏平比를 가진 타이어보다 偏平比가 낮은 타이어가 荷物輸送能力이 떨어지고 騒音이 많으며 또 乘車感에 比하여 에너지 消費가 많기 때문에 現在 偏平比가 낮은 타이어를 生産하고 있는 傾向은 非經濟的이다.

偏平比가 낮은 타이어가 操縱性은 良好할지 모르지만 타이어의 耐磨耗性을 向上시키기 위해서는 Steering과 Suspension이 正確하여야 한다.

安全에 對하여 短期間에 改善할 수 있는 일은 타이어의 設計나 配合 등을 變更하는 重要的 開發보다도 타이어의 空氣壓이 작을 경우 自動적으로 경고해주는 장치를 채택하는 일이다. 이때 生産責任은 누가 질 것인가에 對해서는 대단히 어려운 일이지만, 이 方法이 잘 活用되어야 하며, 끝으로 自動車製造會社에서도 現在보다는 타이어

에 對한 責任을 더 많이 져야만 할 것으로 본다.

그리고 이것과 併行하여 타이어業界에서도 채택하고 있는 Bead 밀착 方法을 빨리 開發하여야 한다. 이렇게 함으로써 自動車製造業界에서는 標準 Rim만 取扱하면 되며 따라서 自動車業界와 고객은 다같이 광범위하게 Rim을 선택하여 使用할 수 있는 것이다.

※ 本稿에 必要的 資料를 提供해 주신 Dunlop Limited, Tire Technical Division. Pirelli Limited, Technical Service에 감사드립니다.

參 考 文 獻

- (1) J.C. Walker and D.J. Major. Noise Generated at the Tyre-Road Interface.
(Elastomerics. March 1980)

☆

☆

☆

■ 原 稿 募 集 ■

本誌에 掲載할 타이어 工業에 限한 原稿를 다음 要領에 依據 募集하오니 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

內 容 : 1. 經營, 經濟, 貿易, 技術에 關한 論文, 리포트 2. 紀行文 3. 體驗紀 등

面 數 : 200字 原稿紙 50面 內外

稿 料 : 採擇掲載分에 對해서는 所定の 稿料를 드립니다.