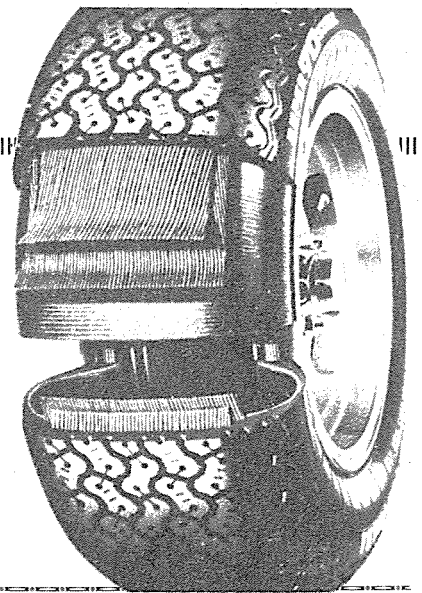


타이어의 機能

(VI)

協會 技術 部



9. 其他의 타이어 特性

(1) 타이어의 回轉抵抗

보통 乘用車 등이 平坦한 路面을 60km/h 정도 의 일정한 速度로 走行할 경우, 타이어의 回轉 抵抗이 自動車의 全抵抗의 約 50% 정도를 차지 하고 있다. 따라서 타이어의 回轉抵抗이 自動車의 走行性能이나 燃料費에 얼마나 큰 영향이 미치고 있는지를 알 수 있다.

타이어의 回轉抵抗은 다음 3 가지 要素로 構成되어 있다.

- ① 타이어가 回轉할 때 발생하는 各部分의 反復되는 變形에 따라 發生하는 損失에 의한 것
- ② 타이어의 接地面內에서의 路面과 타이어間의 摩擦에 의한 것
- ③ 타이어가 回轉하면서 進行하고 있을 때의 空氣抵抗에 의한 것 등이다.

이들 3 成分의 比率은 走行速度의 영향도 있으나, 大略 ②의 摩擦成分이 5~10%, ③의 空氣抵抗成分이 1~3%라 하며, 나머지는 反復되는 變形에 의한 損失이 차지한다고 한다. 즉, 回轉抵抗의 大部分은 타이어構造 部分에서 發生하는 Hysteresis loss 에 의한 것으로, 最終的으로는 熱로 되어 타이어의 溫度를 上昇시키며 결국은 外界로 發散된다.

接地面內部에서의 トレッド 블록의 複雜한 움직임에 대해서는 앞에서 說明하였으나 그림 63에서는 타이어가 回轉할 때 나타나는 結果를 표시하였다. 그림에서 화살표(→)는 移動方向

을 나타내고 그 길이는 實際의 移動量에 比例해서 表示한 것이다. 어쨌든 トレッド 블록이 接地面을 向하여 계속 들고 있다고 볼 수 있으며, 이것이 또한 타이어 磨耗의 原因이기도 하다.

이러한 現象이나 타이어의 反復되는 變形이나 다같이 타이어 1回轉에 한번씩 일어나므로 損失의 量은 대개 速度가 增加됨에 따라 늘어날 것으로 생각된다. 그림 64는 타이어의 回轉抵抗과 速度關係를 2~3本의 타이어에 대해 實測한 例를 表示한 것이다.

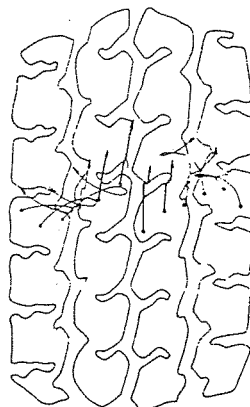
回轉抵抗과 消費馬力の 關係는 다음과 같다.

$$P = F_r (V/3.6) (1/75) \text{ [ps]} \dots\dots\dots (11)$$

- P : 타이어單體의 消費馬力 [ps]
- V : 타이어의 回轉速度 [km/h]
- F_r : 타이어의 回轉抵抗 [kg]

乘用車用 Radial 타이어 185/70 HR14 : 速度 50km/h ; 荷重 445kg에서는 $F_r = 6.5\text{kg}$ 정도이며,

地面에서 벗어나는 쪽



地面으로 들어가는 쪽

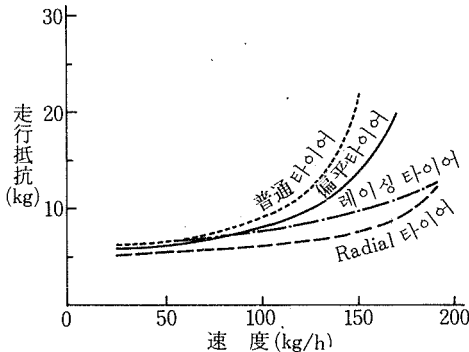
[그림 63] 타이어 トレッド의 움직임

이때 $P=1.2[ps]$ 이다. 또 트럭용 Radial 타이어 10.00R 20; 速度 50km/h; 荷重 2,425kg에서는 $F_r=15.3kg$, $P=2.8[ps]$ 이다.

별로 크지 않은 것 같기도 하나 이 소비馬力은 커브를 돌거나, 驅動·制動力이 作用하게 되면 상당히 增加하게 된다. 특히 乘用車용 타이어인 경우 高速時에는 갑자기 抵抗이 增加되는 傾向이 있으므로 잘 알아두어야 한다.

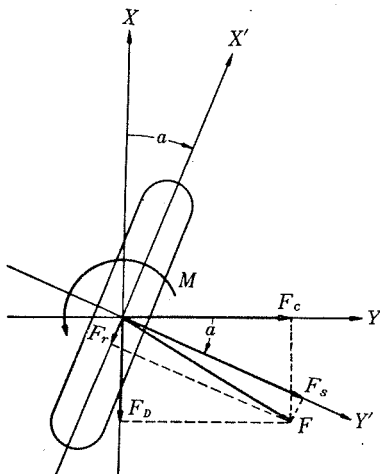
① 回轉抵抗에 대한 Cornering 및 驅動·制動力의 影響

타이어에 橫슬립角이 주어져 Side force가 發生하는 상황이 되면, 自動車의 進行方向에 대한 抵抗(이것을 Drag force 라고 한다)은 타이



560-13 相當規格	普通타이어	5.60-13
使用 림 4J	偏平타이어	6.15-14
內壓 1.7kg/cm ²	레이싱타이어	155-14
荷重 315kg	레이싱타이어	500-13

[그림 64] 速度와 回轉抵抗



[그림 65] Cornering 時에 作用하는 힘

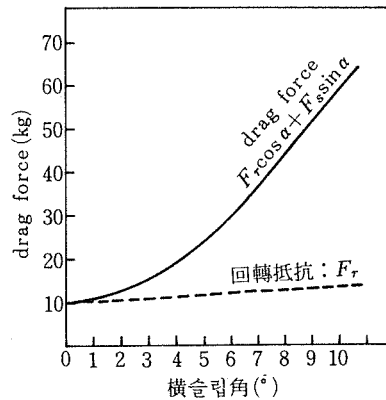
어의 固有한 回轉抵抗외에, 發生하는 Side force의 自動車 進行方向의 成分이 더해진 것이다(그림 65). 이때 Drag force F_d 와 回轉抵抗 F_r , Side force F_s 間的 關係는 다음 式(12)와 같다.

$$F_d = F_r \cos \alpha + F_s \sin \alpha \dots \dots (12)$$

슬립角의 增加에 따라 Drag force F_d 가 增加되는 現象은 그림 66에 表示하였다.

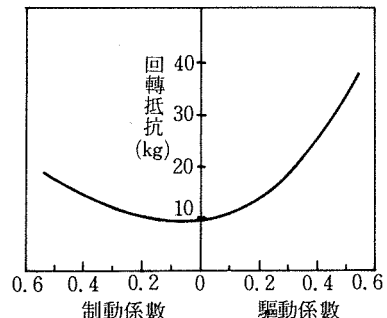
타이어의 驅動·制動時에는 驅動·制動力이 加해져서 타이어의 變形 및 周方向의 슬립成分이 늘어나므로 回轉抵抗이 增加된다. 驅動力, 制動力을 각각 垂直荷重으로 나누어서 係數로 하고 回轉抵抗과의 關係를 구하면 그림 67과 같다.

이와같은 現象은 운전기사들이 많이 體驗한 일이겠지만, 어쨌든 어떠한 作動을 걸게 되면



타이어 : 7.30-14, 荷重 : 492kg, 空氣壓 : 1.7kg/cm²

[그림 66] 橫슬립角과 Drag force



[그림 67] 回轉抵抗과 制動·驅動係數

타이어의 回轉抵抗이나, 自動車의 前進抵抗이 增加하게 되어 있다. 이것도 安全運轉面에서 볼 때에는 좋은 역할을 하는 것이므로 타이어의 하나의 좋은 特性이라고 볼 수 있다.

② 回轉抵抗에 대한 타이어의 構造·形狀·重量·材料 등의 影響

a) Radial 타이어와 Bias 타이어

앞에서도 說明한 바와 같이 Radial 타이어와 Bias 타이어에서는 各部의 構造나 剛性配分이 각각 다르다. 예컨대, Radial 타이어의 트레드 패턴의 움직임은 Bias 타이어의 1/2~1/3 정도로 적고, 또 트레드부의 變形도 적으며 Hysteresis loss의 發生도 적다.

그러므로 一般走行인 경우, Bias 타이어와 비교하면, 乘用車用 Radial 타이어에서 10~20%, 트럭用 Radial 타이어에서 20~35% 정도는 回轉抵抗이 적으며, 또 燃料費面에서도 큰 差가 나타나고 있다(그림 64, 68 참조).

b) 타이어 形狀, 偏平率의 影響

자동차가 高速化됨에 따라 타이어形狀이 점차로 偏平化되어 왔다. 타이어가 偏平化되면 타이어의 半徑方向의 剛性이 높아지고, 屈曲이 적으며, 타이어幅이 넓어지므로 트레드幅을 넓힐 수 있고, 또 특히 Radial 타이어에서는 幅이 넓은 벨트가 들어가므로 周方向의 剛性도 높아지고 遠心力의 影響도 적어져서 트레드부의 Hysteresis loss 나 摩擦損失이 줄어들게 되므로 回轉抵抗이 減少된다. 그림 64 에도 普通 타이어 5.60-13 (偏平比 0.96)과 偏平타이어 6.15-14

(偏平比 0.82)가 比較되어 있다.

c) 타이어 設計上의 諸因子의 影響

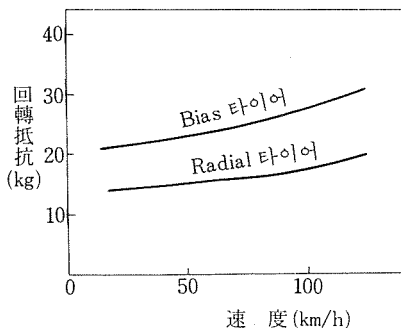
타이어의 여러가지 設計因子, 즉 카카스나 코드角度, 플라이數, 트레드의 幅이나 두께, 크라운部の 半徑 등은 모두 回轉抵抗에 影響을 주게 된다. 일반적으로는 타이어의 剛性을 높여서 屈曲을 적게 하는 方向의 因子는 回轉抵抗을 減少시키며 또 重量을 줄이는 것도 Hysteresis loss를 發生하는 部分의 總量을 줄이는 것과 같은 것이므로 역시 回轉抵抗을 減少시키게 된다.

이러한 뜻에서 Bias 타이어의 코드의 크라운角度를 작게 하는 것(타이어 圓周에 가까이 하는 것)은 타이어의 剛性을 높여주는 것이고, 또 偏平한 타이어를 만드는 見地에서도 코드의 角度는 작지 않으면 안되므로 이것이 또한 回轉抵抗의 減少 역할을 하게 된다.

타이어 重量을 여러가지로 바꾸어가면서 실험한 데이터를 보면 그림 69와 같다. 이와같은 意味에서 볼 때, 타이어가 磨耗되어 점차 가벼워지면 回轉抵抗도 점차 減少됨을 알 수 있다.

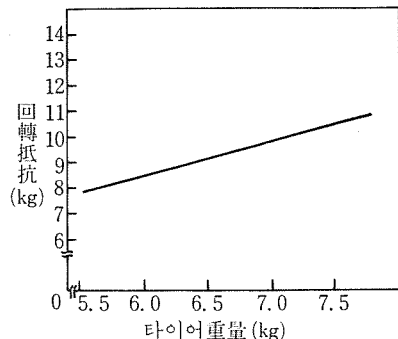
d) Hysteresis loss 發生에 대한 各部分의 寄與

Hysteresis란 말은 元來 “늦게 오다” 또는 “늦게 일어나다” 라는 意味에서 由來된 말 같으며, 여기서는 힘이 加해진 후 늦게 變形이 일어나는 粘彈性的인 現象을 뜻하는 것이다. 周期的으로 힘이 加해지는 物體를 생각하여보자. 힘이 加해지기 시작한 후 약간 늦게 變形이 일어나고, 힘이 줄기 시작하여도 變形은 남아있어



타이어 : 10.00-20 14PR, 荷重 : 2425kg
 空氣壓 : 7.25kg/cm² (Radial)
 6.75kg/cm² (Bias)

[그림 68] 타이어構造와 回轉抵抗(트럭用타이어)



타이어 : 155 SR 13 Radial,
 速度 : 500km/h, 荷重 : 350kg,
 空氣壓 : 1.7kg/cm²

[그림 69] 回轉抵抗과 타이어重量

늦게 減少된다. 完全한 彈性體라면 힘과 變形이 완전히 一致하여 일어나므로 힘이 增加되는 過程에서 저축된 일은 힘이 減少되는 過程에서 完全히 放出되고, 物體內에는 남지 않으나, 粘彈性體에서는 힘이 점점 加해지고 있는 過程에서 저축된 일은 돌아오는(힘이 줄어드는) 過程에서 完全히 放出되지 않고 남게 되며, 거기에 또 다음의 힘이 加해지고 있는 상태이므로 物體內에는 점점 쌓이게 된다. 그리고 그것이 物體內部에서 發生하는 熱에너지로 變하는 것이다(그림 70).

荷重을 維持하면서 回轉하고 있는 타이어에도 그와같은 現象이 일어나고 있다. 그때의 損失, 즉 타이어內部에 熱로 蓄積되는 에너지에 該當하는, 타이어를 回轉시키기 위한 힘이 앞에서 說明한 바와 같이 타이어의 回轉抵抗의 大部分을 차지하고 있는 것이다. 타이어 各部에는 壓縮과 屈曲變形이 계속 일어나고 있으며, 그들에 대한 Hysteresis loss의 負擔比率를 實驗的으로 算出한 例를 보면 다음 表 4와 같다.

이 例는 트럭·버스용, 産業車輛用 및 乘用車用的 Bias 타이어에 대한 것이며, 코드의 寄與率은 全體를 100으로 하고 各要素의 寄與率을 뺀 나머지라고 假定하고 있다. 現在 타이어 코드에는 레이온, 나일론, 폴리에스테르, 글라스화이버, 스틸 등이 使用되고 있으나, 無機質이나 金屬인 글라스, 스틸 등은 당연히 다른 纖維보다도 Hysteresis loss가 작다고 생각되므로 全體의 로스 配分은 달라질 것이다. 또한

Radial 타이어에서는 당연히 各部의 寄與率이 Bias 타이어와는 다른 것이다(表 5).

③ 使用條件과 回轉抵抗

a) 速度의 影響

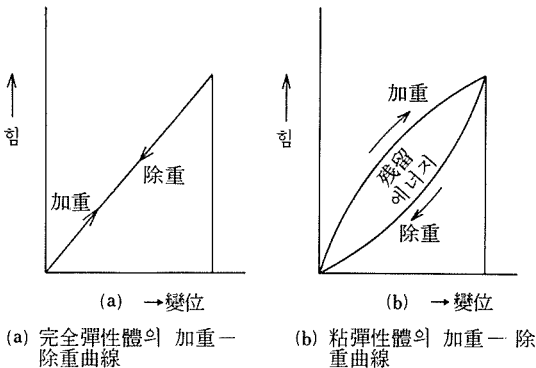
타이어 規格, 構造, 內壓, 荷重 등 其他 走行條件에 따라 다르나, 보통 100km/h 정도의 速度에서는 回轉抵抗이 速度와 함께 점차 增加되나, 110~130km/h 以上の 高速時에는 急激히 增加되는 傾向이 있다(그림 64 참조).

타이어의 速度가 극히 느릴 때에는 트레드 고무의 壓縮과 카카스의 擗斷變形에 의한 에너지 損失이 回轉抵抗의 主要原因이라고 생각된다. 速度가 65km/h 정도까지는 回轉抵抗과 速度는 直線的인 關係에 있다. 이것은 Hysteresis loss나 摩擦로스의 反復되는 回數가 速度와 함께 增加하기 때문이라고 볼 수 있다.

또 高速領域에서는 트레드에 걸리는 遠心力도 無視할 수 없으며, 트레드가 接地面에서 벗어나는 部分에서는 큰 外向의 힘이 갑자기 걸리게 된다. 이 때문에 回轉抵抗은 커지기 시작하여 어떤 限界速度를 넘게 되면 外見上으로도 接地部 뒤쪽에는 특이한 波形이 보이기 시작하여 소위 Standing wave 現象이 일어난다. 이렇게 되면 타이어는 큰 變形作用을 받아 發熱이 심하게 되고 回轉抵抗도 急上昇하게 된다.

b) 空氣壓과 荷重의 影響

타이어의 空氣壓을 높이면 回轉抵抗은 낮아진다. 대략 空氣壓 上昇率의 半정도 되는 率로 抵抗이 감소된다고 한다. 또 荷重을 가볍게 하



[그림 70] Hysteresis loss의 說明

(表 4) 타이어部材의 에너지로스 比率

타이어	타이어의 回轉抵抗				
	트레드部		케이스部		
	屈曲	壓縮	屈曲	屈曲	?
9.00-20 (TB타이어)	27%	32%	-%	12%	29%
2.25-8 (ID타이어)	29	22	5	4	40
6.95-14 (PC타이어)	14	58	-	11	17

여도 역시 回轉抵抗은 감소된다. 이것은 모두 타이어의 屈曲이 줄어들고 타이어全體에 聯關된 變形도 감소되며 接地面內에서의 트레드의 움직임도 작아지기 때문이라고 생각할 수 있다. 한 예로서 乘用車用 Radial타이어에서 空氣壓을 바꾸었을 때 回轉抵抗에 대한 各部의 寄與를 보면 表5와 같다. 즉, 空氣壓을 높이면, 트레드고무의 寄與가 현저하게 높아짐을 알 수 있다.

c) 其他 因子의 影響

타이어를 보다 幅이 넓은 림에 끼게 되면 回轉抵抗이 감소된다. 이것도 역시 앞에서와 마찬가지로 림幅을 넓힘으로써 타이어의 縱屈曲이 감소되고 各部의 變形이 全體的으로 적어지기 때문이다. 트레드가 점차 磨耗되어 가면(使用하여) 타이어 重量도 감소되고 走行抵抗도 적어진다. 新品時와 完磨時에는 15~50%나 差가 있다고 한다.

실제로 自動車로 달리고 있을 때를 생각하면, 먼저 Hysteresis loss의 蓄積으로 타이어 各部의 溫度가 上昇한다. 고무는 熱의 不良導體이므로 두께가 두꺼운 곳은 상당히 溫度가 올라간다. 따라서 空氣壓도 上昇되므로 이것은 앞에서 說明한 바와 같이 回轉抵抗을 減少시키게 된다. 또 部材의 溫度가 上昇되면 物性이 변하여 摩擦係數가 低下된다. 走行을 시작한지, 乘用車이면 30~60分정도, 트럭·버스로는 2時間정도 走行하게 되면 타이어의 溫度上昇과 그에 따른 熱發散이 平衡되어 溫度는 그 이상 올라가지 않는다. 이와같이 熱的平衡에 달한 상태의 타이어에서는 앞에서 나온 여러가지 原因으로 熱이 없는 타이어 보다 約 25%정도 回轉抵

抗이 적어진다.

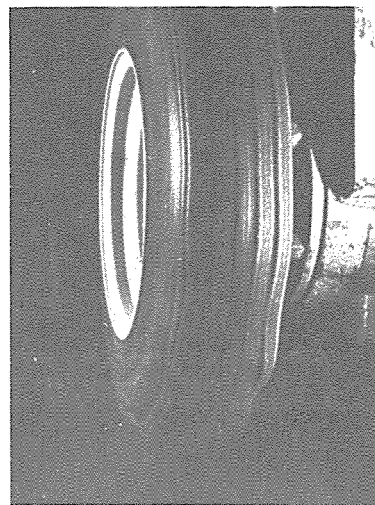
④ 스탠딩 웨이브

Standing wave란 高速走行時에 타이어에서 일어나는 現象의 한 상징이라고 볼 수 있다(그림 71). 이러한 現象을 觀察하자면 高速度로 回轉하고 있는 鋼製드럼에 타이어를 닿게하여 함께 回轉하도록 해보면 가장 잘 알 수 있다. 寫眞(그림 71)에서와 같은 波形은 비교적 얇은 乘用車用 Bias타이어의 경우에 나타난 것이다.

드럼위의 타이어의 回轉速度를 점차 높여가면 처음에는 타이어의 屈曲상태가 接觸部分 앞뒤쪽에서 거의 對稱으로 나타나나, 速度가 상당히 높아지면 뒤쪽의 트레드가 드럼에서 깨끗하게 떨어지지 않고 드럼면에 따라 약간 變形된 다음 타이어 圓周로 復歸하게 된다. 다시 速度가 더욱 높아지면 트레드 둘레에 波形이 급히 나타나 그것이 급격히 發達하여 3~4개 정도나 보이게 되며 파동의 山과 골(谷)의 깊이도 깊어진다. 이와같이 되면 아주 短時間內에 트레드가 사방으로 파열되어 결국 타이어가 破壞되고 만다(그림 72 참조).

그러면 이와같은 波形은 어떻게 해서 形成되는 것일까.

타이어의 速度가 增加될수록 트레드에 걸리는 遠心力은 커지게 된다. 따라서 트레드는 바깥쪽으로 끌리는 힘이 커지게 된다. 타이어의

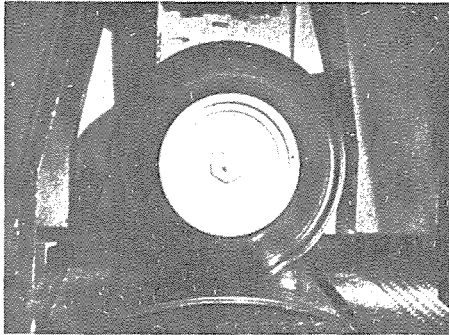


[그림 71] Standing wave

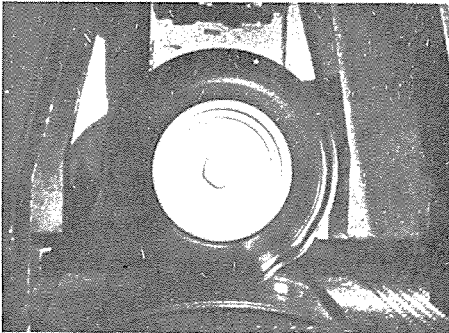
回轉抵抗에 미치는 各部의 寄與 (表 5)

要因	타이어	155 SR 13 Radial 타이어	
	空氣압	1.7kg/cm ²	3.15kg/cm ²
트레드고무		58%	94%
벨트部		30	5
사이드部		10	-
비드部		1	-
其他		1	1

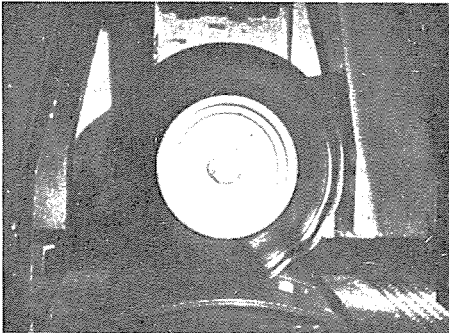
接地面 뒤쪽, 즉 트레드가 地面에서 떨어지는 곳에서는 地面에 의한 支持가 갑자기 없어지므로 屈曲을 復元시키려는 内壓과 트레드에 걸리는 遠心力이 加算되어 그 트레드部分에는 거의 衝擊의인 外向의 힘이 걸린다. 타이어의 크라운部를 카카스의 타이어코드로 支持되고 있는 밴드로 생각한다면 그 밴드의 一部에 衝擊의인 變形이 주어지게 되는 것이다. 이 變形은 밴드의 橫波(山과 골이 타이어 半徑方向)로 전파되며, 그 速度는 밴드의 張力과 質量으로 定해진다.



[그림 72] (a) Standing wave의 發生初期



(b) 약간 發達된 Standing wave



(c) 發達된 Standing wave

다. 타이어의 周速이 이 速度와 一致하게 되면 타이어의 크라운部の 變形은 실제로는 차례차례 계속 달아나고 있는 것이지만 겉보기로는 回轉하고 있는 타이어의 같은 位置에 정지해 있는 것처럼 보인다. 즉, 波形이 정지해 있는 것처럼 보이므로 이와같은 現象을 Standing wave라고 한다.

乘用車用 타이어와 같이 比較的 트레드가 얇고, 카카스의 플라이數가 적은 타이어에서는 이 橫波의 전파속도가 130~150km/h 정도로서 比較的 크지 않으므로 Standing wave도 그 정도에서 發生하게 되어 問題이기도 하다.

Radial타이어에서는 크라운部の 벨트의 剛性이 높으므로 트레드에 波形이 發生하기는 어려우며, 剛性이 낮은 사이드部に 波形이 일어나는 경우가 있다(그림 73).

여러가지 假定下에서 要約해보면 이 橫波의 傳播速度, 즉 Standing wave의 限界速度는 Bias타이어의 경우는 다음과 같다.

$$V_{cr} = \sqrt{\frac{pr}{\rho \tan^2 \alpha}}$$

여기서 V_{cr} : 限界速度 km/h

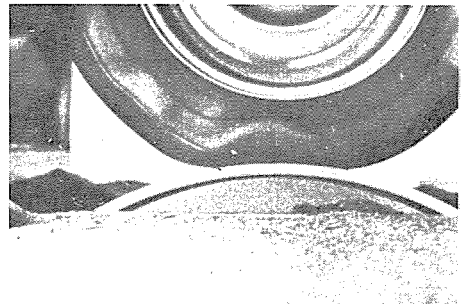
p : 内壓 kgf/cm²

r : 타이어의 斷面半徑 cm

ρ : 트레드의 單位面積當 質量 kg s²/cm³

α : 크라운角度(圓周方向과의 角度) (°)

이 式에서 알 수 있는 바와 같이 Standing wave가 發生되는 限界速度를 높이자면, 内壓을 높이고, 코드의 크라운 角度를 작게(圓周에 가깝게)하며, 또 트레드部の 單位面積當 重量을 줄이는 것—예컨대, 트레드 게이지를 얇게 하



[그림 73] Radial타이어의 Standing wave

는 등— 등이 有效하다. 이것은 또 偏平한 타이어에도 適用되는 점이 있어, 高速用 Bias 타이어로는 偏平 타이어가 適合하다는 것과 符合된다.

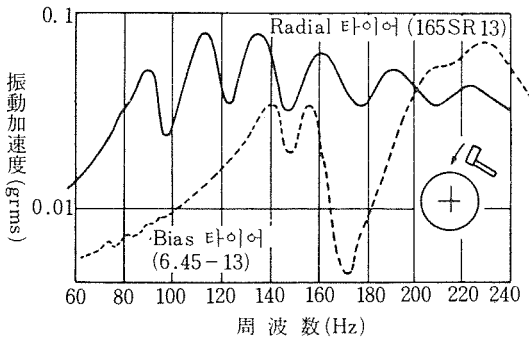
트럭·버스용타이어 등에서는 트레드부의 剛性이 크고 使用內壓도 높으므로 Standing wave는 問題되지 않는다. 航空機용타이어도 대체로 마찬가지이나, 航空機의 特性으로 高速이 될수록 空氣의 揚力이 나타나 타이어가 負擔하는 荷重이 輕減되므로 屈曲이 적어져 有利한 立場에 있다고도 볼 수 있다.

(2) 타이어의 振動特性

① 타이어의 固有振動數

타이어는 内部에 空氣를 넣어서 만든 彈性體이므로 外部로부터 어떠한 振動이나 衝擊을 加하게 되면 여러가지 方法으로 共振을 일으킨다. 이와같이 共振을 일으키는 振動數를 固有振動數라고 한다. 타이어의 固有振動數는 타이어의 種類, 構造 또는 內壓에 의해서 變化된다. 여기서는 타이어의 振動特性이 특히 問題가 되는 乘用車用 Bias 타이어와 Radial 타이어에 대해서 說明하기로 한다.

固有振動數를 實測하자면 타이어 表面에 임의로 打擊을 加하여 타이어에 自由減衰振動을 일으켜서 그 周波數를 求하는 打擊法과 타이어 表面에 可變週期の 加振器로 各種 振動을 주어 타이어의 共振周波數를 求하는 方法이 있다.



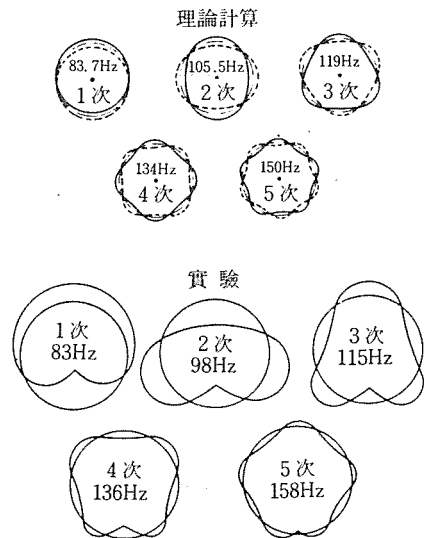
[그림 74] 打擊法에 의한 固有振動數測定 (周波數 分析結果)

空氣壓 1.7 kg/cm² 固定軸支持
 實線: Radial 타이어 165 SR 13,
 破線: Bias 타이어 6.45-13

그림 74는 打擊法으로 Bias 타이어와 Radial 타이어의 트레드부의 振動加速度를 測定하고 그것을 周波數分析한 結果이다. 이 例에서는 Bias 타이어의 경우 140Hz(진동수/sec) 및 155 Hz 附近에서 피크가 나타나는 固有振動數가 있으며, Radial 타이어에서는 90, 110, 135, 160, 190 Hz 附近에서 각각 피크가 나타나 있다.

여기에서 求해진 共振周波數로 타이어를 振動시킨 다음 各部의 振動 상태를 調査하면 타이어의 振動 모우드를 求할 수 있다. Bias 타이어의 경우에는 空氣가 들어있는 容器를 두들기는 것과 같으나, Radial 타이어의 경우에는 상당한 質量을 가진 트레드 및 벨트가 세로(縱) 및 前後方向의 스프링(카카스의 스프링)으로 支持되어 있다고 볼 수 있으므로, 이에 따른 여러가지 모우드의 振動이 發生하고 있다. 獨逸의 타이어 理論學者 Böhm은 이 點에 着眼하여 Radial 타이어를 模型化하여 트레드링의 振動을 理論적으로 計算하려고 試圖하였다. 매우 어려운 式이므로 여기서는 省略하고 그 結果만을 보면 그림 75에 表示된 바와 같이 簡單한 模型인 경우에는 振動상태와 各자의 振動數는 實驗과 잘 一致되는 것 같다.

물론 Böhm의 模型은 Bias 타이어에는 適用되지 않으며, Radial타이어에 대해서도 더욱



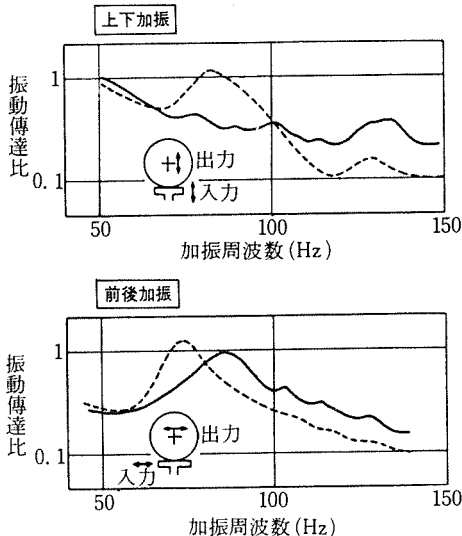
[그림 75] 計算한 振動 모우드와 實測한 振動 모우드의 比較 (타이어 135-13, Radial)

詳細한 解析을 하기 위하여 最近에는 컴퓨터에 의한 有限要素法을 應用하게 되었다. 振動에 있어서도 타이어를 二次元인 平面上的 振動뿐만 아니라 橫方向이나 回轉軸 둘레에 대한 解析도 試圖되고 있다.

② 타이어의 振動傳達比와 突出物로 인한 타이어 振動

타이어의 緩衝性能을 論할 때 緩衝性能이 좋으나 나쁘나 하는 것은 最終的으로는 路面으로부터 들어오는 入力이 車軸에 어떻게 傳達되느냐에 따라 決定되는 것이다.

이 特性을 評價하는데는 一般적으로 軸을 固定시킨 타이어에 振動的인 入力을 주어, 軸部分에서 나오는 出力을 求하는 方法 등이 利用되고 있다. 그림 76은 이 方法으로 該當 사이즈의 Bias 타이어와 Radial 타이어에서의 入·出力의 傳達比를 여러가지 加振周波數에 대해서 測定한 데이터의 一例를 表示한 것이다. 上下加振, 前後加振 어느 경우이든 60~80Hz 를 境界로 低周波側에서는 Radial 이 Bias 보다 傳達比가 높고, 高周波側에서는 Bias 쪽이 傳達比가 더 높다. 즉, 比較的 低速인 경우에는



[그림 76] Radial 타이어와 Bias 타이어의 振動傳達比 比較(軸固定)

荷重 320 kg, 空氣壓 1.7 kg/cm²
 破線 : Radial 타이어 165 SR 13
 實線 : Bias 타이어 6.45-13

Radial 타이어가 Bias 타이어보다 振動을 傳達하는 정도가 크다는 것을 말하며, 日常經驗과도 一致되는 일이다.

Radial 타이어의 前後方向의 振動傳達比의 피크(50~70Hz)는 트레딩의 回轉方向 振動的인 固有振動數와 共振하기 위한 것으로, Radial 타이어에 特有한 現象이다. 이 固有振動數는 內壓이나 벨트의 코드 角度에 의해 약간 달라질 수 있다. 自動車가 路面上의 突出物 위를 지나갈 때의 振動特性도 乘車感에 있어서는 큰 意味를 갖게 된다. 타이어 單獨으로서 이와같은 경우의 特性을 求하기 위해서는 一般적으로 突出物을 장치한 回轉 드럼을 利用하여 그 위를 타이어가 굴러갈 때의 上下, 前後의 軸力을 測定하는 方法을 쓰고 있다(그림 77).

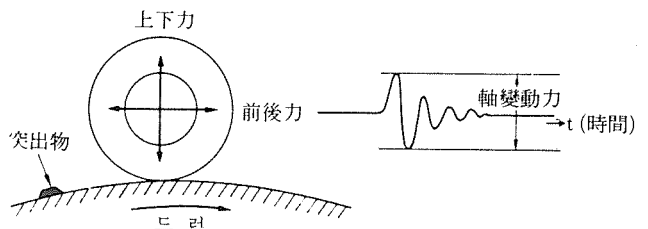
여기서 對象이 되는 特性은 타이어의 入力傳達特性과 타이어의 面剛性, 線剛性에서 說明한 바와 같은 타이어 接地面內의 突起를 둘러싸는 Enveloping Power 特性을 總合한 것이라 볼 수 있다. 이 試驗에 의해 上下·前後의 軸力變動과 그 速度依存性, 周波數分析 등을 測定한다. 또 突出物을 通過한 후의 振動 상태도 注目하여야 한다. 이들의 한 測定結果를 보면 그림 78~81과 같다. 여기서도 알 수 있는 것과 같이 Radial 타이어는 低速時에 敏感하다.

軸이 固定된 상태에서 突出物을 通過하는 것은 실제로 路面을 走行하는 경우와 거의 같은 형태의 入力이 들어오므로 自動車의 振動, 乘車感 및 騒音 등을 調査하는 데에는 重要한 試驗이라고 볼 수 있다.

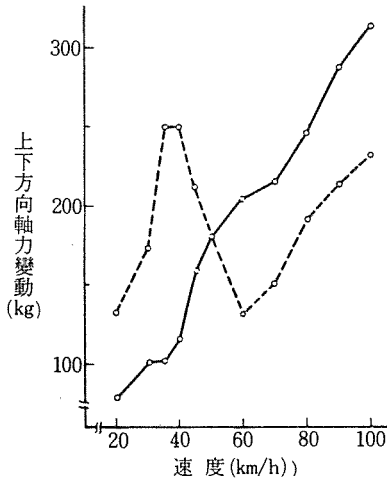
③ Harshness 와 Road Noise

a) Harshness

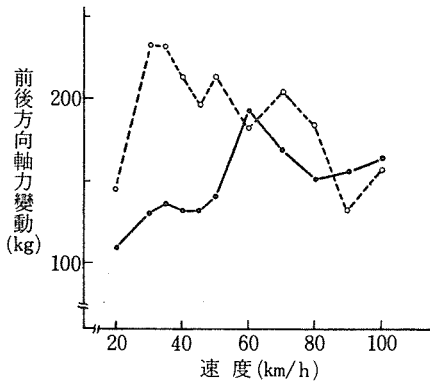
Harshness란 道路의 이은 곳이나 龜裂된



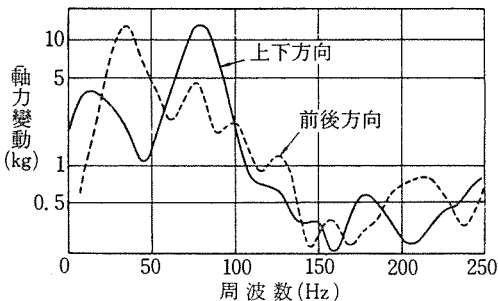
[그림 77] 突出物通過時의 測定方法



[그림 78] 上下方向軸變動力의 速度依存性
 荷重 310kg, 空氣壓 1.7kg/cm²
 破線: Radial 타이어 165 SR 13,
 實線: Bias 타이어 6.45-13

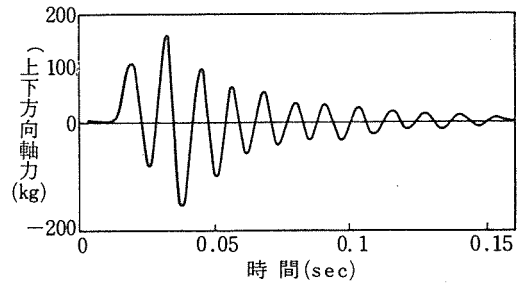


[그림 79] 前後方向軸變動力의 速度依存性
 (實線, 破線, 條件은 그림 78 과 같음)

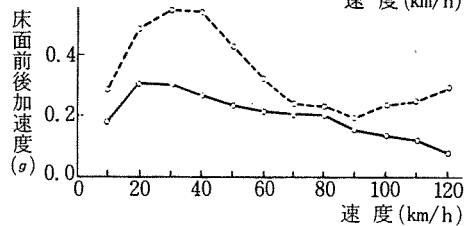
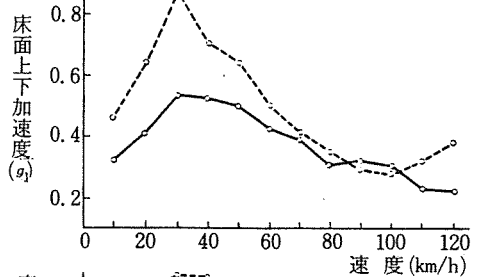
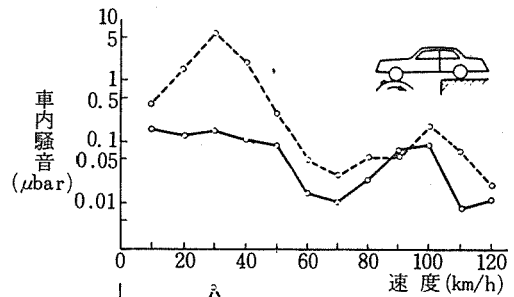


[그림 80] 突出物通過時 振動波形的 周波數分析
 (Radial 타이어 165 SR 13, 40km/h)

곳을 橫斷할 때 衝擊인 振動이나 音を 發生하는 現象이다. Bias 타이어에서는 거의 問題視되지 않았으나, Radial 타이어가 普及됨에 따라 점차 注目되게 되었다. 이 現象을 定量的인 面에서 볼 때에는 車內의 衝擊音의 強度(音壓)와 車內 床面의 前後加速度를 들 수 있다. 이들의 速度依存性의 데이터의 一例를 보면 그림



[그림 81] 突出物通過時 振動波形的 減衰狀況
 (Radial 타이어 165 SR 13, 40km/h)



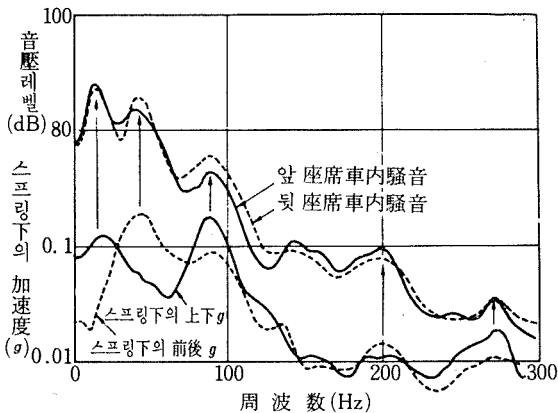
[그림 82] 突出物通過時의 加速度, 騒音의 速度依存性 (突起 높이 12mm, 幅 25mm)
 破線: Radial 타이어 165 SR 13
 實線: Bias 타이어 (645-13)

82와 같다. 이들은 모두 앞에서 說明한 突出物通過試驗 때 前後方向의 軸力變動 데이터와 비슷하다. 또 Radial 타이어의 경우는 30~50 km/h에서 顯著的 피크가 나타나고 있음을 알 수 있다.

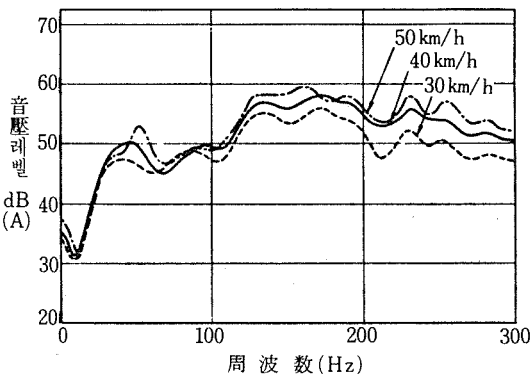
車內騒音과 스프링 狀態下의 上下·前後加速度 등의 周波數를 分析해보면, 스프링 作用, 즉 타이어系의 作用과 이들 特性의 피크가 잘 調和를 이루고 있으므로 타이어의 特性이 이들 現象을 支配하고 있음을 알 수 있다(그림 83).

b) Road Noise

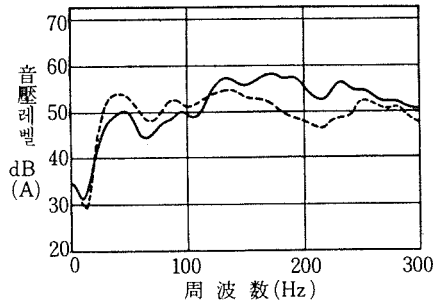
自動車가 거칠은 鋪裝路나 非鋪裝路 등을 走行할 때 車內에서 發生하는 音이나, 일정 간격의 凹凸를 차례로 通過할 때의 音 또는 單獨突出物을 통과할 때 發生하는 衝擊音 등을 總稱



[그림 83] 突出物通過時 스프링 作用下의 加速度, 車內音周波數分析結果 (Radial 타이어 165 SR 13)



[그림 84] Bias 타이어의 車內騒音(앞 座席) 周波數分析例 (Bias 타이어 6.45-13, 空氣壓 1.7 kg/cm²)



[그림 85] Bias 타이어와 Radial 타이어의 車內 騒音比較

實線: Bias 타이어 6.45-13,
破線: Radial 타이어 165-13.
速度 40 km/h, 空氣壓 1.7 kg/cm²

한 것으로서, 이것도 역시 타이어의 特性이 重要한 役割을 하고 있다.

일반적으로 Road Noise 라고 할 때에는 앞에서 말한 바와 같이 거칠은 鋪裝路나 非鋪裝路 등에서 車內에 울리는 소리를 가리키는 경우가 많은데 이 音은 30~60km/h 정도에서는 車速에 關係없으나, 80~300Hz 부근에서는 車內에 輻차는 느낌으로 音壓도 높다(그림 84). 이 音은 Radial 타이어 보다도 Bias 타이어에서 더 크다(그림 85).

이 原因에 대해서는 Harshness 에서 說明한 바와 같이 각각 스프링 作用下에서 上下·前後 振動傳達特性值의 피크와 잘 調和를 이루고 있으므로 타이어에 起因된 것은 틀림없으나, 그 외에 車輛의 서스펜션 特性, 車內의 音響特性 등이 더해져 特定한 周波數範圍의 騒音が 發生하게 되므로 問題視되기도 한다. 즉, Road Noise 에 관한 타이어의 振動特性面으로서는 Radial 타이어가 100~250 Hz 부근에서 振動傳達比가 낮은 만큼 Bias 타이어보다 有利하다고 볼 수 있다.

이와같이 Harshness 나 Road Noise 는, 타이어가 振動 에너지의 傳達루트로 되어있는 elli 現象일 뿐, 타이어 自體에 責任이 있다고는 할 수 없으나, 『他社의 타이어로 바꾸어 끼면 조용해진다. 어떻게 解決해 주어야지』 하고 타이어 메이커의 技術者에게 要請도 하지만, 어쨌든 타이어의 微妙한 一面이라 아니할 수 없다.