

〈論 究〉

고 무 의 磨 耗

閔 戊 鎬 譯

Tire의 消費者側은 勿論이겠지만 Maker側에서도 極小數인 Pass 등 事故를 除하고는 tire 磨耗란 問題를 恒時 切感하는터이라 여기에 日本 住友고무工業株式會社에 계신 「遠藤 英磨」氏의 『고무의 磨耗』란 論文을 簡單히 紹介하고자 한다.

고무의 磨耗現象은 특히 彈性的 行動을 나타내므로 金屬의 境遇와는 달리 매우 複雜하다.

粘彈性的 行動을 갖는 고무는 溫度 strain, sliding 速度에 따라 고무의 物理的 性質인 modulus, resilience, hysteresis, tearing resistance, elongation 등이 變하므로 磨耗現象에도 큰 變化를 받는다.

지금 고무제품 메이카(Maker)에서 各種磨耗試驗機로 磨耗試驗을 하고 있지만 試驗室의 評價와 實際와의 相關성이 缺乏된다는 것이 問題이며 여기서는 먼저 摩擦現象에 의한 原因과 配合, 製造加工上의 原因을 주로 自動車타이어를 對象으로 한 諸氏의 試驗 및 理論을 紹介하기로 한다.

1. 摩擦의 種類 및 諸條件에 의한 影響

고무의 摩擦은 다른 高分子材料 또는 金屬材料와 같이 凝着摩擦과 變形摩擦로 區分할 수 있다.

凝着摩擦은 두 物質材料의 接觸面을 分離시킬 때 일어나는 現象으로 이것은 分子間的 結合에 의해 形成되며 Schallmach氏나 Bartenev

氏에 依하면 分子 chain의 熱運動에 의해 接觸面內의 各分子 chain은 하나의 結合點으로부터 다른 結合點으로 移動할 수 있으며 여기에 外力이 주어지면 이러한 일은 없어지고 外力의 方向에 따라 移動하여 다음의 結合點으로 이르고 이때의 分子의 平均速度가 바로 接觸面の sliding 速度라고 한다.

變形摩擦은 接觸表面層을 變形하면 일어나는 現象으로 彈性 hysteresis, 永久變形及 接觸面の 引裂에 對應하는 各各의 摩擦로 區別되며 廻轉摩擦은 hysteresis loss로부터 되고 sliding 摩擦은 hysteresis와 剪斷에 對應한다.

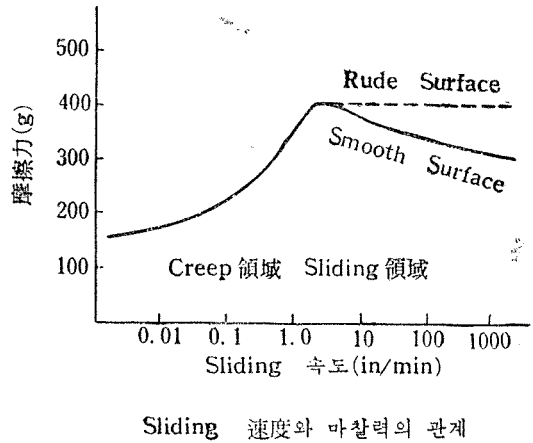
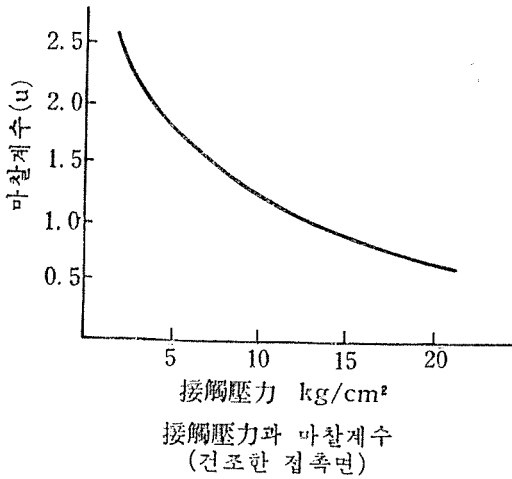
그러나 以上の 各摩擦이 全摩擦에 대한 比率은 廻轉이나 slide 대신 接觸面積, 荷重, 速度, 潤滑溫度 및 熱傳導에 의해 影響을 받는다. 이런 諸條件을 簡單히 살펴보면

2. 荷重의 影響

分子結合에 依한 凝着力은 分子 chain의 數에 比例하며 이 分子 chain의 數는 接觸面積에 比例하고 또 接觸面積은 荷重에 比例함으로 結局 凝着摩擦은 荷重에 比例한다고 할 수 있다.

아래 그림은 接觸壓力 P에 대한 摩擦係數(μ)를 나타낸다.

Hertz의 法則에 依하면 接觸面積은 荷重의 2/3乘에 比例한다고 함으로 Schallmach는 彈性變形에 關하여 Hertz法則을 利用하여 摩擦係數(μ)는 荷重(N)에 對하여 $\mu \propto N^{-3/1}$ 의 關



係가 成立한다고 發表했다. 그러나 荷重이 커지면 고무 接觸面の 凹凸部에 飽和效果로 $N^{-1/2.6}$, $N^{-1/2}$로 되며 反對로 荷重이 작아지면 $N^{-1/4}$, $N^{-1/3}$로 되어 간다고 말하고 있다.

接觸面이 미끄러운 만큼 凝着摩擦의 意義가 重要하게 되는데 G.M. Bartenev 氏는 摩擦力을 다음과 같은 式으로 定義하였으며

F : 摩擦力

$F=CS+C'N$ S : 接觸面積 C, C' : 定數

N : 荷重

또 S.B. Ratner 氏는 Rubber Chem. 4 Technol. 29, (1956)에

$$\mu = \mu^\infty + F_0/N$$

μ : 荷重이 큰 境遇의 μ 의 極小值로 定義
 F_0 : 分子結合의 接線成分(條件에 따라 差
이가 있음)

의 式으로 주었으므로 結局 $F_0=C, S_0$ 따라서 $F/N=F_0/N+C'$ 와 $\mu=F_0/N+\mu^\infty$ 의 式은 같은 意味가 된다.

3. 速度의 影響

凝着摩擦은 고무의 分子構造에 따라 決定되는 고로 sliding 速度에 關係가 있다.

위 그림에서 sliding 速度와 摩擦力의 關係를 나타낸 바와 같이 μ 는 어떤 速度에서 最高值를 나타내고 이 點을 지나면 速度가 增加하여도 μ 의 값은 下落한다. μ 가 最高值에 達하기까지의 範圍를 creep 領域, 이 以後의 範圍를 sliding 領域이라 하며 接觸面이 서로 조금 미끄러져 나가면 分子間結合의 實効面積이 增大하므로 μ 는 速度의 上昇과 더불어 增加한다. 그러나 速度가 높게 되어서 고무 變形의 回復이 늦어짐으로 實接觸面積이 적어져서 最高值를 넘으면 μ 가 下落하는 것 이라고 한다.

V. E. Gough 氏는 實用上速度比(예를 들면 tire의 接地面內에서는 tread의 變形에 依해 局部的인 slipping이 發生하며 이것을 tire의 轉動速度로 나눈 것)에 對하여 摩擦係數를 求할 것을 提唱하였으며 速度比와 驅動力 또는 制動力係數(制動力荷重)와의 사이에는 위의 그림과 같은 關係가 成立한다고 한다.

4. 弛緩·振動

(그림2)에서 摩擦力이 急降下하는 範圍에서는 弛緩振動이 일어나며 고무같은 彈性이 큰 材

質에서는 接觸面이 부드럽고 摩擦係數가 높은 만큼 그 振幅이 크다. 또 速度가 빠르면 振幅數가 크게 되며 一段 發生한 振動은 sliding 速度를 變形시키지 않는 限 靜止되지 않는다. 고무製品의 實用上 障害로 나타나는 異狀磨耗等이 이 때문이다.

5. 潤滑의 影響

Schallmach의 式 $\mu \propto N^{-1/3}$ 은 乾燥한 表面에서 荷重과 摩擦係數와의 關係式이나 潤滑의 境遇에는 $\mu \propto N^{1/3}$ 로 表示된다. 즉 凝着 摩擦成分이 減少하고 變形摩擦成分이 增加하는 것이며 潤滑表面에는 接觸面積에 無關하게 接觸面의 平均壓 ϕ 가 問題가 된다.

Tire가 젖은 道路上에서 slipping할 때 凝着摩擦과 變形摩擦이 半半으로 되기 때문에 μ 는 N 에 無關하다.

6. 硬度的 影響

고무의 變形은 硬度에 依해 左右되므로 hysteresis loss가 硬度的 影響을 받는 比率은 크다.

Hertz의 彈性變形 法則에 따르면 接觸表面積은 modulus의 2/3乘에 反比例한다고 할 수 있으며 凝着摩擦도 modulus의 低下와 더불어 커진다고 말할 수 있다.

S. B. Ratner氏는 凝着摩擦을 다음 式으로 表示하고 있다(Rubber Chem. and Tech. 29) (1956).

$$F = A \cdot S \cdot P^{1-h}$$

A : 定數

S : 表面積(接觸面積)

P : 接觸壓力

h : 고무의 硬도를 나타내는 指數

摩擦에 對한 P와 h의 影響이 서로 相反되는데 예를 들면 plastic에는 $h=0$ 로서 $F=AN$

($PS=N$), 金屬에는 $h=1$ 로서 $F=AS$ 로 對應한다. 고무는 $h=0 \sim 1$ 이므로 앞의 式을 쓰면

$$\mu = \mu_{\infty} + F_0/N \text{의 式은 } \mu = \mu_{\infty} + A \cdot S/N^p$$

($\because PS=N$)

로 된다.

즉 다시 말하면 荷重이 減少하면 摩擦力은 低下하지만 逆으로 고무가 軟하면 摩擦力은 크다는 것을 말한다.

溫度的 影響

周圍의 溫度가 上昇하면 分子의 熱運動이 活潑하여 凝着力이 增加하며 또 고무의 硬度가 低下하여 接觸面積이 커지고 變形이 크게 된다는 것이다.

7. 發熱의 影響

摩擦에서 오는 發熱은 磨耗過程의 一部이며 發熱에 依하여 고무 chain이 破壞되어 磨耗은 增加한다. 普通의 走行條件下에서 타이어는 단지 機械的 磨耗에 不過하지만 條件이 苛酷하면 고무가 熱分解하여 摩擦磨耗은 急増한다. Schallmach氏는 마찰에 依한 발열은 速度의 平方根에 比例하며 荷重이 크면 接觸面積이 넓어져서 熱傳導가 增加한다고 하였다.

磨耗은 以上の 諸條件에 따라 影響을 받지만 要는 摩擦力과 材料表面層의 凝集力에 따라 左右되며 外力에 依해 接觸面에 剪斷 變形이 일어남과 同時에 材料自體에 凝集力이 생기는 것이다.

摩擦力이 낮고 凝集力이 큰 境遇는 耐磨耗性이 좋을 뿐 아니라 實際로 摩擦이 問題가 되는 境遇가 많으므로 凝集力을 크게 하고 摩擦을 적게 하는 方向으로 해야 한다.

다음은 Zapp氏가 凝集力外에 modulus를 考慮하여 다음 式으로 磨耗損失을 表現하였다.

磨耗損失×動力 modulus×摩擦力/凝集力

여기에 依하면 軟하고 強靱한 고무일 수록 耐磨耗性이 높고 단단한 고무는 耐磨耗性이 낮다고 하지만 Murrin 効果로 곧 軟해짐으로 고무가 단단하다는 것은 큰 意味가 없다.

Zapp 氏에 依하면 凝力緩和時間의 長短問題로서 가령 速度比가 낮은 데는 SBR 보다 Butyl 이 耐磨耗性이 좋고 高速度比用으로는 SBR 이 凝力緩和時間이 짧으므로 優秀하다고 한다.

거치른 路面(惡路)에 對하여는 F.W. Boggs 氏와 W.P. Riemen 氏에 依하면 速度比가 높게 되면 凹凸上에 따라 고무의 粘性流體가 亂流로 되며 局部的으로 힘이 繼續作用되어 드디어 고무의 破壞가 일어난다고 한다.

8. 磨耗에 미치는 配合劑의 影響

材料를 大別하면 polymer 와 配合藥品으로 區分되지만 配合藥品에 對하여는 主로 補強劑를 살펴보는 것이 妥當하다. 配合고무의 耐磨耗性은 polymer 가 갖는 先天的인 것과 配合藥品에 의해 얻어지는 後天的인 것의 相乘的인 組合으로 생각할 수 있다.

9. Polymer 에 依한 耐磨耗性

自動車 tire tread 用 polymer 로서 지금까지 使用하였거나 앞으로 使用可能性이 있는 것은 다음과 같다.

- | | |
|--------------------------------|---------|
| ① 天然고무 | ② S.B.R |
| ③ I.I.R | ④ C.R |
| ⑤ N.B.R | |
| ⑥ Polybutadiene(Stereo rubber) | |
| ⑦ Polyisoprene(Stereo rubber) | |
| ⑧ Ethylene propylene 고무 | |
| ⑨ Polyurethane 고무 | |

上記 polymer 는 單獨으로 쓰거나 blend 하여 用境遇도 있다. Polymer 의 cross-linkage 가 다르다던가 補強劑等の 配合藥品이 質的, 量的으로 變化한다든지, 또는 polymer 와의 相互作用이 다르면 必然的으로 耐磨耗性도 다르지만 우선 polymer 에 관해 살펴보면,

天然고무와 SBR 을 比較하면 16°C 以下の 外氣溫度에서는 天然고무가 耐磨耗性에 優秀하고 그 以上の 溫度에서는 SBR 이 優秀하다고 R.D. Stiehler 氏外 數人의 實驗에 依해 밝혀졌다. 또 hot SBR 보다는 cold SBR 이 分子量分布의 幅이 좁고 組成이 一定하며 加硫後에도 引張強度彈性이 顯著히 上昇하고 hysteresis 의 減少도 적으며 tread 의 耐磨耗性이 優秀하다.

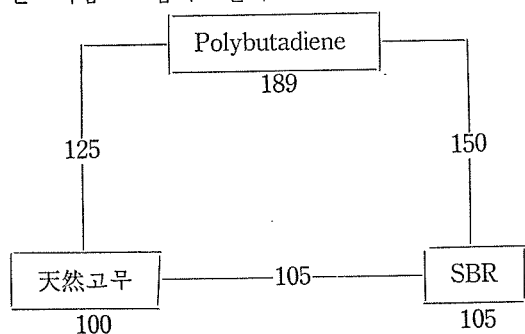
다음은 OE-SBR 의 優秀성에 對하여 E. E. Gale 氏가 實驗하였는데 cold SBR 과 OE-SBR 을 大型 nylon 再生 tire 로서 走行試驗結果 18°C~27.5°C 의 周圍 溫度範圍에서는 影響이 없으며 初期에는 cold-SBR 이 多少 優秀하나 8,000 mile 을 走行하고난 後에는 OE-SBR 이 優秀하다고 하였다.

대개의 境遇 Passenger tire tread 에 DE-SBR 을 많이 쓰는데 그 理由는 다음과 같다.

1. 값이 싸다.
2. Road holding 이 좋다.
3. 走行中騒音が 적다.
4. 振動의 吸收性이 좋다.
5. 耐磨耗性이 좋다.

또 Sjothorn 氏의 實驗에 依하면 Mooney 粘度(ML-4/100°C)가 3.3 point 높아지면 tread 의 耐磨耗性은 1%씩 直線的으로 上昇한다고 한다. 그러나 SBR 單獨으로는 發熱이 甚하여 天然고무에 混入하는 것이 아직까지는 有利하다.

最近에 stereo rubber 로서 愛用되는 Polybutadiene 은 cis-1.4 content 가 98%, 95%, 35%等으로 物性에도 多少差異는 있지만 어느 것이나 tire tread 에서 耐磨耗性에 좋은 結果를 얻었으며 特히 低溫特性이 좋고 發熱性이 낮아 天然고무 및 SBR 에 blend 하여 大小型 tire tread 에 널리 利用되고 있다. Goodyear 社에서 budene 와 天然고무 SBR 等으로 50/50 混合하여 만든 tire tread 로서 數百 mile 을 走行試驗을 行한 結果耐磨耗性은 다음 그림과 같다.



10. 配合藥品에 依한 耐磨耗性의 影響

配合고무의 耐磨耗性에 影響을 준다고 생각되는 것은 補強劑를 들 수 있는데 耐磨耗性이라 함은 바로 補強效果의 發現으로 耐磨耗性이 좋다고 하는 만큼 補強性이 좋다고 말할 수 있다. 補強制를 살펴보면

A. Carbon black

A-1. 粒子의 크기와 表面狀態

補強劑로서 一般的으로 가장 많이 쓰이고 效果가 있는 것이 carbon black 이며 polyurethane 고무나 silicone 고무같이 補強劑에 依해서도 補強되지 않는 polymer 도 있지만 一般的인 合成고무, 特히 diene 系의 polymer 는 carbon black 에 依해 큰 補強性을 얻을 수 있다.

그러면 어떻게 補強效果를 說明할 수 있을까? Wiegand 氏는 carbon black 의 微粒子性

에서 온다고 하지만 B.C. Barton 氏外 2人의 發表를 보면 Journal Polym. Sci. 13(1954)에서 carbon 粒子表面에 酸素를 含有하는 radical-group 이 있어서 이것이 고무와 carbon black 間의 結合에 寄與한다고 한다.

Butyl 고무의 補強에 있어 elastopar 같은 Promotor 를 써서 熱處理에 依해 polymer 와 carbon black 粒子間에 酸素를 包含하는 radical-group 에 對한 化學反應으로서의 結合點을 얻기 위함이다. 그러나 channel black 과 furnace black이 갖는 含酸素 radical-group 이 다르며 IIR-channel black 으로서는 promotor 인 polyac 같은 것이 없어도 熱處理效果가 나타난다.

이것은 channel black 의 表面에 存在하는 酸化劑와 같은 作用을 한다고 생각된다. Carbon black 의 酸化 또는 還元反應은 R. S. Stearnes 氏等은 配合고무中에 結合硫黃의 量은 carbon black 에 依하여 增加한다고 하였으며 硫黃—加硫促進劑—고무의 系統을 調整하는 以上으로 carbon black 의 調整이 더 重要하다고 하였다(Rubber Age 77) (1955).

또 Wiegand 氏及 Smith 氏도 加硫反應에 對한 carbon black 의 效果를 發表하였는데 MPC 와 HAF 를 比較한 境遇 MPC 가 HAF 보다 粒子徑도 작고 比表面積이 큰데도 HAF 보다 耐磨耗性이 낮다는 事實로 보아 carbon black 의 粒子의 크기와 表面狀態가 補強作用을 支配하는 것은 아니라고 結論지었다.

A-2. Structure

Carbon black 의 表面積을 測定하는 데는 電子顯微鏡을 쓰는 法과 窒素가스를 吸着시키는 方法이 있다. 窒素 가스吸着法으로는 carbon black 의 多孔性에 依해 큰 表面積을 나타내며 같은 表面積을 갖는 channel black 과 furnace black 은 吸油量이 다른데 이것의 多孔性에

의한 것이 아니고 carbon black 의 粒子가 鎖狀으로 되어 있어 그 사이에 기름을 吸着한다는 사실이며 이러한 構造를 갖는 carbon black 을 가리켜 『Structure 를 갖는다』고 한다. High structure 는 같은 粒子徑의 low structure 에 비해 配合고무 modulus 를 높이며 押出後收縮이 적고 電氣的 抵抗性이 크며 특히 耐磨耗性이 좋다고 한다. Furnace black 에 의해 channel black 은 過去之物로 되었으나 配合고무의 modulus 를 낮게 하고 彈性이 좋은 tire 를 만들기 위해 low-structure 의 furnace black 이 最近에 開發되었다.

Cabot 社에서는 Vulcan 6, Regal 600, ×3, ×5, 4種의 structure 가 다른 carbon 을 passenger tire tread 에서 比較하였는데 Vulcan 6 의 最適 配合量과 같은 量으로 比較된 것이지만 carbon 의 量을 增加시키면 structure 가 낮은 경우도 耐磨耗性이 向上함을 알았는데 여기서 얻은 結論은 carbon 의 structure 가 낮은 만큼 分散度가 나쁘다는 것이다.

A-3. Tread 用 carbon black 의 性能比較

天然고무에 對한 여러 種類의 carbon black 의 耐磨耗性에 關하여 走行試驗을 한 N.C.H. Humphreys 氏와 G.T. Von Amerongen 의 報告를 보면 다음과 같다.

以上の carbon black 이 주는 耐磨耗性은 使

Humphreys

고무 100에 對한 carbon	耐磨耗比
EPC 50 phr	100
F&F 50 "	87
HAF 50 "	110
ISAF 50 "	117
" 43 "	110
SAF 50 "	128
" 38 "	110

Amerongen

고무 100에 對한 carbon	耐磨耗比
HAF 40 phr	110
" 45 "	95
" 50 "	100
" 60 "	107
ISAF 50 "	142
SAF 40 "	131
" 45 "	123
" 50 "	136
EPC 45 "	90
MPC 45 "	73
" 50 "	88
HPC 45 "	131
" 50 "	112

用하는 polymer 의 種類에 따른 効果는 獨立되어 相關關係가 없다는 것이 R.D. Stiehler 氏에 의해 報告되었다.

B. White Carbon

White carbon 인 硅酸鹽은 carbon black 다음가는 좋은 補強劑로서 diene 系合成고무에 특히 좋은 補強性을 나타낸다. Carbon black 과 硅酸鹽을 併用하는 境遇 配合된 硅酸鹽의 量에 따라 耐磨耗性은 減少하지만 R.F. Walf 氏의 報告(R.W. 131) (1955)에 依하면 carbon black 과 Hisil 混合物의 磨耗抵抗은 Hisil 의 量에 따른 直線關係는 아니고 어느 點에서 極大值를 나타낸다고 한다. 그러나 天然고무나 SBR 에 있어서 引裂抵抗은 carbon 單獨에 비해 硅酸鹽混合物이 同一의 耐磨耗 level 에서 優秀하다는 것이다. 그 理由は 硅酸鹽은 그 表面의 活性이 매우 豊富하여 polymer 와의 強한 吸着力이 作用한다는 것이다.

C. 其 他

天然고무를 쓰는 透明配合고무를 引자면 Mg CO₃ 가 신발의 경우 CaCO₃ 보다는 耐磨耗性

이 좋다고 한다.

N. C. H. Humphreys 氏의 報告(Proc. Inst. Rubber Inst. 2, 1955)에 의하면 老防劑 PBN 도 磨耗低抗을 增加시킨다고 한다.

11. 磨耗에 미치는 加工工程上의 영향

A. Carbon black의 分散과 磨耗

配合고무中에 carbon black의 分散이 耐磨耗性, 耐屈曲性등에 주는 영향은 C. W. Sweitzer 氏外 많은 關係研究者에 의해 밝혀졌으며 現在는 널리 알려진 바 되었다.

Carbon black의 分散을 評價하는 方法에는 直接法과 間接法 두가지가 있으나 現在에는 直接法이 널리 쓰이고 있다. Sweitzer 氏등이 行한 直接法을 간단히 紹介하면 寫眞法, 光學顯微鏡法, X-線法, 電子顯微鏡法등이 있으며 40배에서 32,500 배의 高率까지의 分散狀態를 사진에 의하여 比較評價할 수 있다. 이 方法의 特徵은 언제나 사진으로 永久保存이 可能하고 特히 電子顯微鏡이나 X-線法으로서 다른 方法으로는 區別不能인 分散狀態까지 알 수 있다. 單只 사진의 比較뿐 아니라 carbon black의 凝集塊의 數를 세어서 定量하는 方法이 널리 利用되며 이것은 加硫試料를 冷凍시켜 microtome으로 切片을 만들고 100배 정도의 顯微鏡을 쓰며 視野 10,000格子中 carbon gel의 어느 정도 面積을 차지하고 있는 가를 세어서 分散狀態를 %로 나타낸다. 間接法의 代表的인 것은 分散이 좋으면 電氣傳導度가 低下한다는 原理로 電氣傳導度를 測定하여 比較하고 있으나 電氣傳導度를 低下하는 原因이 이것 뿐만 아니므로 絕對的인 것은 아니다.

그러면 carbon의 分散에 영향을 미치는 因子를 檢討해 보면 混合時間, 混合溫度, 藥品의 混入順序, carbon 粒子의 크기, carbon

表面의 物理化學的 狀態 structure polymer의 type 등을 들 수 있다.

混合時間에 關係서는 I. Drogin 氏의 報告(Rubber Age 80, 1956)에 의하여 一般으로 混合時間이 길면 carbon의 分散이 좋아지고 따라서 電氣抵抗은 커지며 加硫物의 物理的 性質은 向上한다고 말한다.

OEP 外의 고무로서는 混合時間의 增加와 더불어 耐磨耗性은 良好하지만 OEP의 경우는 미끄러우므로 混合時間을 길게 하여도 意味가 없다.

混合時間의 영향은 天然고무가 가장 크고 다음이 SBR 1500이며 carbon 中에는 粒子가 작거나 high structure는 영향을 많이 받는다. 混合順序에 關하여는 Westlinning 氏의 天然고무배합에 關한 報告에서 carbon black의 添加直前に 스테아린산을 加하면 分散狀態가 현저히 良好해지고 따라서 混合時間을 대폭 줄일 수 있다 한다.

Sweitzer 氏의 報告(Rubber World 138)에 의하면 低溫에서 carbon을 添加混入하고 다음으로 oil을 投入後 溫度를 上昇시키면 分散이 현저히 좋아지며 溫度를 固定, 安定化하는 役割을 한다고 한다. 계속하여 Sweitzer 氏의 報告를 보면 再練의 効果는 天然고무-ISAF의 경우 效果가 현저하지만 SBR 1500-ISAF의 경우 效果가 없다고 한다.

Masterbatch의 경우에는 carbon의 농도를 포함된 농도 이상으로 더 올려놓은 다음 회색시켜도 效果가 있으며 특히 粒子徑이 작은 만큼 더 效果가 크다고 한다.

B. Carbon gel과 磨耗

Carbon-gel生成은 耐磨耗性을 向上시키는 한편 耐屈曲性을 低下시킴으로 混合溫度에 留意해야 한다. 普通 carbon gel이라 함은 benzene 抽

出不溶部分을 말하며 실제로 carbon 에 吸着된 polymer 分子, 酸化에 依해 gel 化된 polymer-gel, carbon 粒子와 polymer 와의 反應生成物 등 3者가 混合된 것이라 생각하는 것이 좋다. SBR 로서는 carbon 의 混合溫度로서 어느 정도 調節이 可能하며 天然고무는 低溫에서 高濃度

의 carbon 배합이 필요하고 carbon gel 量에 따라 未加硫고무의 Mooney 粒度나 加硫고무의 modulus 나 硬度에 영향을 다소 미치지만 적당히 gel 量을 조절시키므로써 tire tread 의 耐마모성을 向上시킬 수도 있다고 한다.

Carbon-gel 生成量과 耐마모성을 보면 (50 Phr

% Carbon gel	44 %	68 %
Mixing temp.	165°C	212°C
Modulus 300%	123 kg/cm ²	186.4 kg/cm ²
Tensile strength	259 "	248 "
Elongation	485 %	365 %
Hardness (shore A)	55	57
Log R	6.0 ohm s/cm ³	7.3 ohm s/cm ³
Rebound	58.4 %	59.9 %
Dispersion (photo)	7	6
Roadwear	100	106
Cracking resistance	good	poor

ISAF in SBR) carbon gel 生成條件은 carbon 의 粒子가 작고 混合溫度가 높을 수록 또 polymer 分子量이 크고 不飽和도가 큰 만큼 gel 生成量은 많게 된다고 한다. Polymer gel 生成온도는 carbon gel 生成온도보다 높으며 polymer gel 은 加硫고무의 引張強度등 物理的 性質을 低下시키므로 注意하여야 한다.

S. T. Palinchack 氏에 依하면 carbon black 表面活性도와 gel 生成量, carbon 分散度등의 관계를 調査하였는데 stearic acid 로 피복한 후 gel 生成量은 매우 감소하여 polymer 中에 carbon 分散이 좋아졌다는 것이다.

12. 加硫溫度와 磨耗

고무를 高溫에서 加硫하면 Hysterisis 가 커지고 modulus 가 낮으며 比重에 對하여 變形이 크고 路面에 對하여 whipping action 을 일으켜 고온에서 加硫한 tire 는 저온에서

加硫한 것보다 耐磨耗性이 나쁘다고 J.F. Svetlik 氏가 Rubber Age 55 에서 발표하였다.

磨耗抵抗에 미치는 carbon 과 加硫溫度의 영향을 보면(시험加硫溫度 280°F 때를 100으로 함)

加硫溫度	SAF	ISAF	HAF	FEF
253°F	101	100	100	100
280°F	100	100	100	100
307°F	100	97	94	100
343°F	88	88	94	103

13. 磨耗試驗과 實際

磨耗試驗은 시험室內에서 各種 마모시험기에 의한 것과 실제 주행시험을 行하고 있는데 실험실의 試驗은 室內나 기계의 單純한 條件에서 나타나는 결과와 실제의 여러가지 복잡한 條件에서 나타나는 결과와는 많은 差異가 있으므로 다음의 條件을 留意해야 한다.

- ① Modulus의 效果를 最少로 함으로 試驗片에 cushion을 줄 것.
 - ② 마모시편의 접촉面이 高溫으로 되면 tar狀의 潤滑膜이 형성되어 보호층이 되므로 이것을 제거할 것.
 - ③ 磨耗速度의 감소를 測定할 것.
 - ④ 시험온도를 一定히 保存할 것.
 - ⑤ 시료는 可能的 實地試驗에 쓰는 製品에서 取할 것.
- 등이며 다음 實地走行試驗은 실험실 시험에

비해 時間的, 經濟的인 面은 比較할 수도 없지만 普通 사용되는 경우의 結果에 가장 가까운 값을 얻을 수 있다. 그러나 시험의 조건, 즉 車輛의 位置, 車輛形式, 荷重, 速度, 運行狀況, 路面狀態, 道路의 曲直, 氣溫, 濕度, 晴雨 運轉手의 性質 등에 따라 磨耗速度는 매우 다르다.

그리고 Maker 側에선 上記條件을 充分히 감안하여 配合條件 tire의 構造를 適切히 調整해야 할 것이다.

(譯者: 東信化學工業株式會社研究室勤務)

<토막소식>

VENEZUELA 韓國產 타이어
및 튜우브 輸入希望

지난 8日 大韓貿易振興公社에서 알려진 바에 依하면 Venezuela의 EKLABER & Co.는 韓國產 自動車타이어 및 튜우브를 包含하는 16個 品目の 輸入을 提議해 왔다 한다.

上記 E. KLABER & Co.는 Venezuela에서 30年間 各種 品目を 輸入해 온 商社로서 今般 韓國의 商品에 많은 關心을 가지고 輸入을 希望한다고 한다.

同 商社의 住所는 아래와 같다.

E. KLABER & Co.

APARTADO(P.O. Box) 475

CARACAS—VENEZUELA

泰國의 生 고무輸出

泰國의 貿易集計에 依하면 同國은 1966年 3月中 24,305噸의 各種 生고무를 輸出했다. 1966年 1/4 分期의 生고무輸出量은 53,664噸으로서 이는 前年度同期間中の 64,400噸의

輸出에 比하여 약간 감소한 것이다.

重要輸入國으로서는 日本의 5,616噸을 위시하여 英國의 3,481噸, 西獨의 2,373噸 美國의 1,953噸, 이태리의 1,484噸이며 그 밖에 프랑스와 체코가 각각 857噸을 輸入했다.

Malaysia 고무生産增加

Malaysia의 昨年度 고무生産高는 約90萬噸으로 史上 最高의 記錄을 나타냈다. 1956年度에는 677,388噸밖에 안되던 고무生産이 그後 每年增加趨勢를 보이고 있는데 專門家들은 1968年度에 이르러 西部 Malaysia의 고무生産은 百萬噸을 上廻할 것으로 보고 있다. 昨年 1年間 統計에 依하면 西部 Malaysia와 Singapore 港으로부터 輸出된 고무는 總 1,024,000噸에 達한 바 있는데 이에 따라 國內市場에서도 한때 그 時勢가 昂騰하여 同年 9月에는 pound當 59.694¢에서 10月에는 62.691¢, 11月에는 62.731¢로 上昇勢를 보인 바 있다.