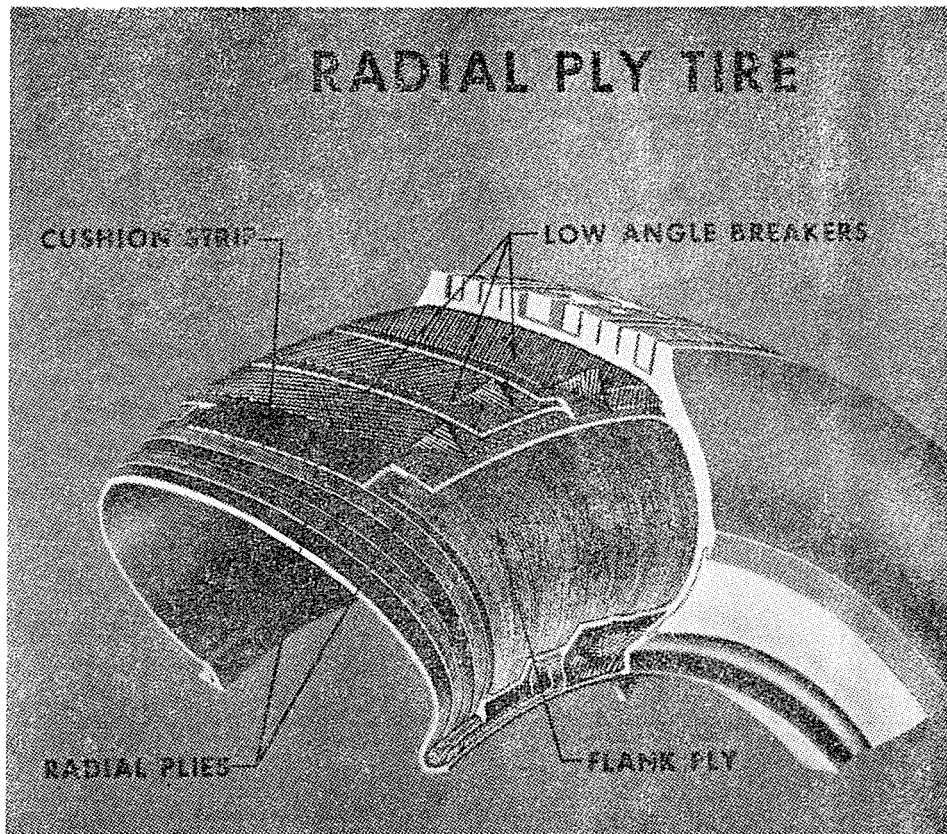


美國自動車에 사용되는



Radial  
타이어

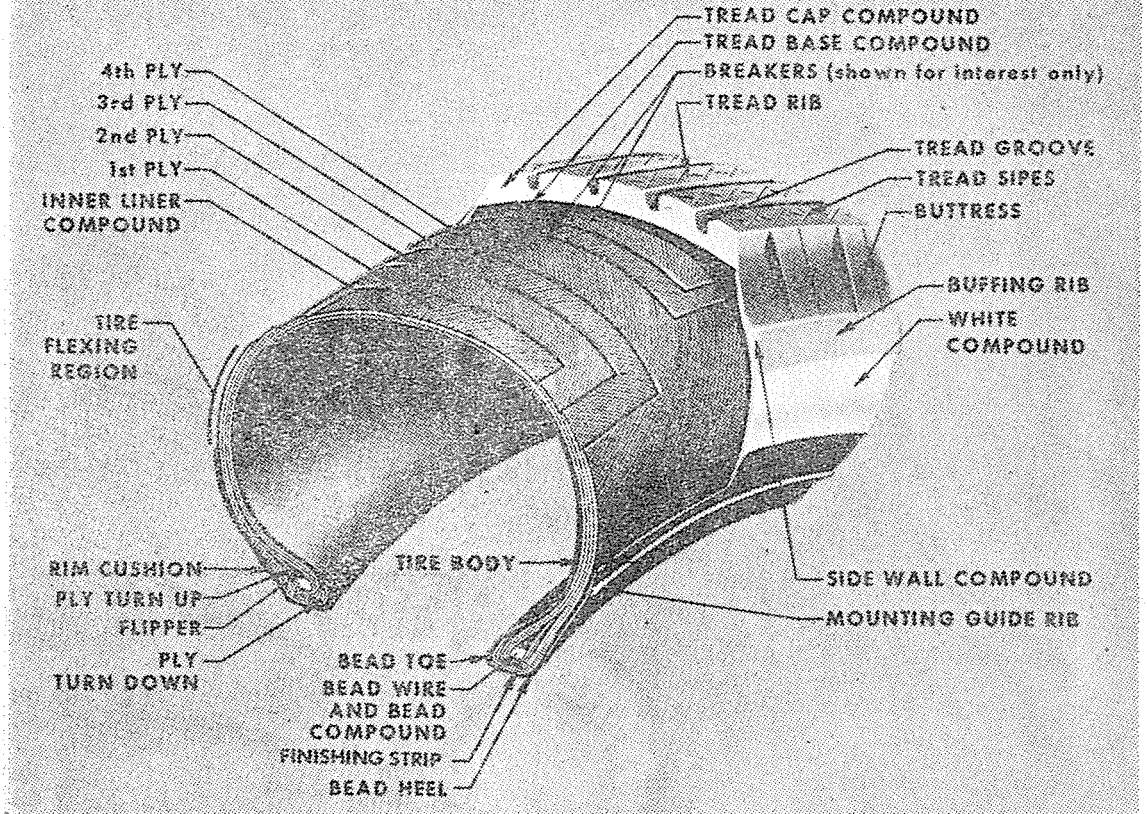
◇編輯註

本稿는 1967年 5月 美國 Chicago市에서 열린 美國自動車技術協會(SAE)의 年例會議에서 Ford自動車會社의 J.L. Martin氏가 發表한 研究論文을 譯抄한 것이다.

編  
輯  
部

1. 緒言
2. 타이어의 選擇
3. 타이어—自動車系의 騒音, 振動 및 粗感度の 研究에 利用된 動力分光密度 記錄法 (Power spectral density recording method)
4. Radial 타이어의 Ford社 自動車에의 利用
5. 타이어—自動車系의 安全性, 操縱反應 및 Cornering 特性
6. Radial 플라이 타이어의 均一性, 規格
7. 結言

# TYPICAL 4 PLY TIRE CONSTRUCTION



## 1. 緒 言

自動車에 어떤 特殊型 타이어를 끼움으로써 얻어지는 固有한 利點을 더욱 增加시키기 爲해서는 自動車技術者들은 타이어를 自動車全體의 重要한 部分이라고 생각해야 할 것이다. 타이어가 自動車の 一般的인 力學的 舉動에 미치는 주어진 타이어構造의 效果를 알고 同時에 타이어가 全體系의 一次의인 成分이라는 것을 車台를 取扱하는 技術者들이 알아야 한다는 것은 基礎的인 常識이다.

이 目的을 爲해서 自動車試驗이 널리 行하여지고 있지만 타이어—自動車系의 公差를 決定하는 가장 簡單한 方法은 믿을 수 있고 矛盾없고 老練하고 主觀的인 判斷을 通하는 것이다. 이 方法은 美國內외의 業界에서 數年間 實施되어 왔던 것이다. 自動車の 基本的인 必要條件은 主로 大衆의 嗜好, 環境의 要件 및 經濟性 등에 依해서 設立되어 왔다.

Radial 플라이타이어가 가지고 있는 利點을 알고 이

利點의 利用方法을 美國內 自動車製造業者가 解決하였기 때문에 오늘날 美國의 自動車所有者가 認定해서 받아들이고 있는 固有한 性質이나 操縱特性에 不利한 影響을 주지않고 美國 自動車에 이 타이어를 適用시키기 爲하여 合理的인 努力을 傾注해 왔다.

Radial 플라이타이어에 依해서 가져 올 수 있는 定量的인 利點은 不利點 보다는 더 많다. 이 타이어를 應用할 때는 操縱, 騒音, 振動 및 粗感度の 見地에서 타이어—自動車系의 調和를 반드시 考慮해야 한다. 그래서 本 研究에서는 全系의 操縱感應度の 增加와 더불어 觸角 및 聽角에 依한 粗感도에 本質的으로 集中되어 있는 Radial 타이어—自動車系의 問題를 解決하는데 重點을 둔 것이다. 操縱感應도는 Radial 타이어의 한가지 特性이다.

## 2. 타이어의 選擇

Bias 플라이타이어에서와 마찬가지로 Radial 타이어 間에서도 많은 相異點이 있다. (그림 1)은 타이어—自

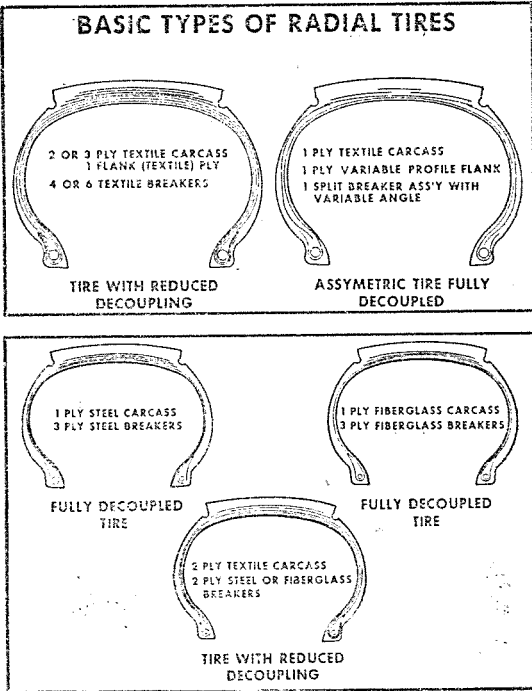


그림 1.

자동차 기술자에게 쓸모가 있는 Radial 타이어의 기본 구조를 예시한 것이다.

특수한 용도를 선정할 때는 타이어-자동차계에 사용되는 부분품의規格書나 또는 기술 및 經濟的인 면을 기본으로 하여야 한다.

Bias 와 Radial 타이어間의 基本的인 差異點은 Tread 對 Sidewall 의 機械的인 Decoupling 効率이다. Decoupling 이란 Tread 및 Undertread 의 構造가 타이어의 Sidewall 로부터 多少 獨立的인 機能을 가지고 있는 것을 意味한다. 그러므로 普通 Bias 타이어構造에서는 Carcass 의 全비요임 (Overall distortion) 때문에 Tread

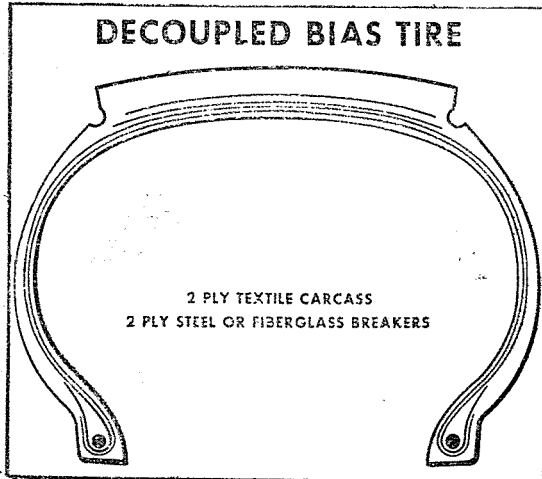


그림 2.

가 맞물리게 되어 그 結果 Decoupling 効率이 적어진다. 그러나 Bias 타이어에서는 아주 단단한 벨트가 들어 있는 大端히 屈曲性이 좋은 Carcass 를 使用해서 어느 程度의 Decoupling 效果를 얻을 수 있다.

(그림 2)는 이와같은 타이어를 나타낸 것이다.

最大 Decoupling 効率は Radial 타이어에서만 있을 수 있는데 이 타이어에서는 Tread 와 이의 附隨構造는 Sidewall 비요임과는 關係가 거의 없다. Decoupling 量은 Sidewall 對 벨트의 Stiffness 比와 函數關係를 가지고 있다. (그림 1)은 이것을 例示하는 一連의 벨트對 Carcass 結合을 보여주는 것이다. Bias 와 Radial 타이어間의 屈曲作用의 基本的인 差異點때문에 接地力, 振動發生, Tread 磨耗機構, 廻轉抵抗 및 牽引特性이 Bias 및 Radial 타이어에서는 다르다.

그러므로 타이어-自動車系의 研究를 始作하기 前에 타이어의 여러가지 自由度를 評價해야 한다. (그림 3)은 Radial 및 Bias 타이어間의 基本的인 振動의 差異點을 說明해 주는 것이다.

垂直方向에서 볼 수 있는 바와 같이 Radial 타이어는 每抄 10~20 사이클의 頻度에서 高度의 減衰振動을 가지고 있다.

이것은 Bias 타이어에 比하여 Radial 타이어의 Radial dynamic stiffness 가 훨씬 작기 때문이다. 또 垂直平面에서는 每抄當 65~80사이클에서는 高度의 騒音發生을 볼 수 있다. 橫方向에서 Radial 타이어는 每抄 10~20사이클의 頻度範圍에서 亦是 高度의 振動減衰가 일어나고 있는데 이것은 Radial 타이어의 橫方向의 動的 Stiffness 가 아주 낮기 때문이다.

縱方向에서 Radial 타이어는 35~50 CPS 의 頻度範圍에서는 아주 高度의 騒音發生이 일어나고 있다. 이와같은 強烈한 騒音成分은 Radial 타이어의 振動의 非兩立性을 보이고 있는 自動車에서 立證되고 있는 低速 (15~40 mph)時에 일어나는 Booming 型 騒音에 直接關係된다.

調整이 되어 있지 않은 自動車에 Radial 타이어를 끼워서 觸角粗感度を 實地試驗한 바에 依하면 高速의 觸角粗感도는 타이어가 Tread band幅 보다 크거나 또는 이보다 적은 銳利한 障害物에 부딪혔을 때는 타이어의 힘의 發生量 및 傳達度에 關係된다. 前述한 頻度範圍는 가장 重要한 意義를 가지고 있다.

**3. 타이어-自動車系의 騒音, 振動 및 粗感度の 研究에 利用된 動力分光密度記錄法(Power Spectral Density Recording Method)**

道路-自動車系의 運轉特性 때문에 自然發生의 騒音

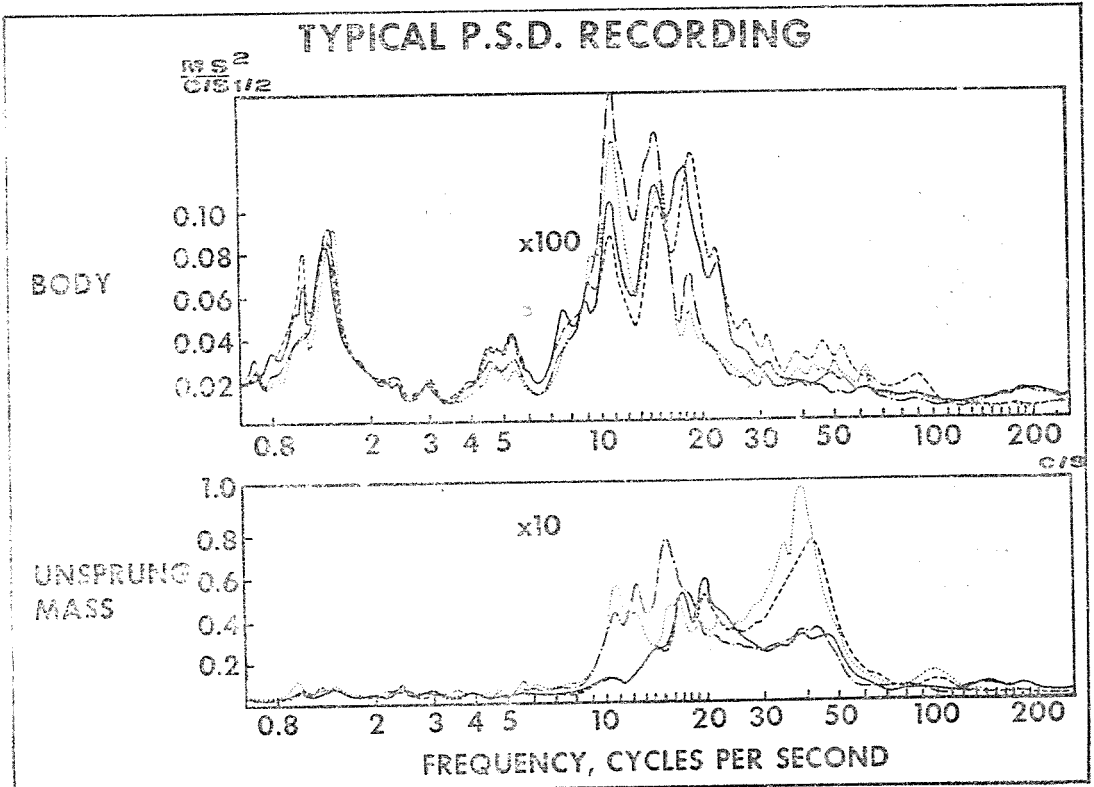
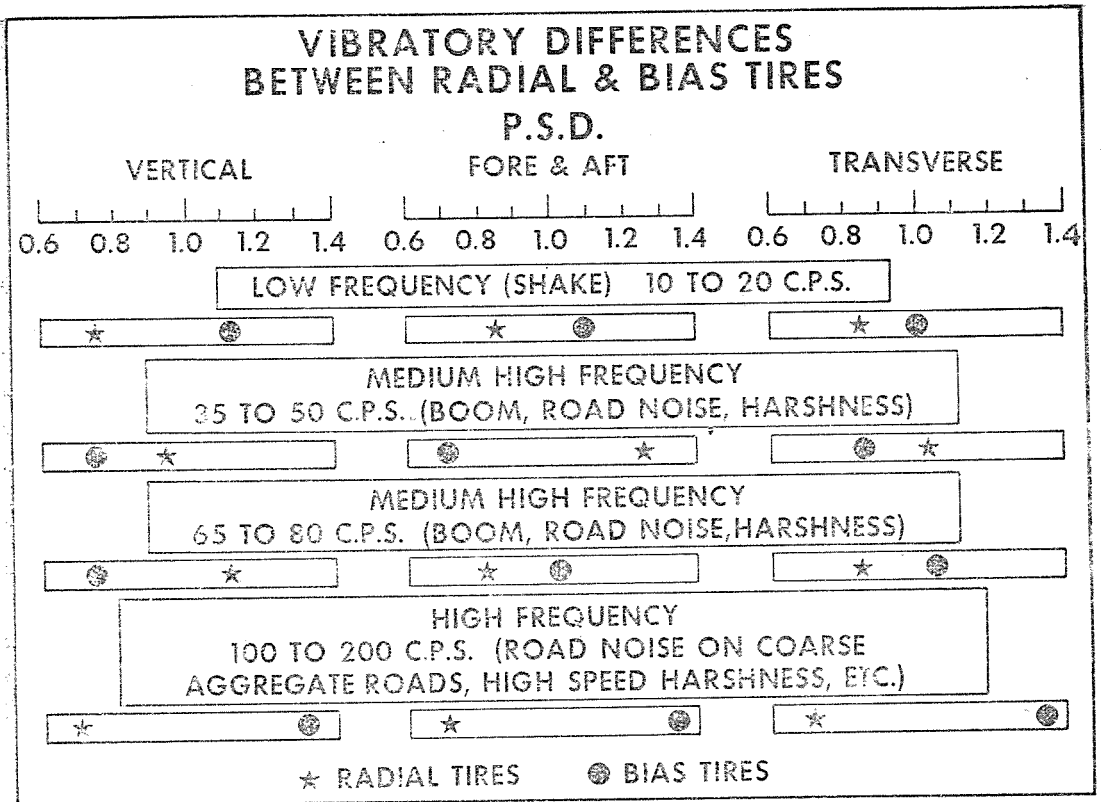


그림 3.

및 振動問題를 論하지 않을 수 없다. 이들 問題의 自然的 性質때문에 因襲의으로 使用되고 頻度 또는 分光 分析法는 修正되지 않으면 안된다.

騒音, 振動 및 粗感度の 測定値는 이 세가지 問題를 일으키는 特殊路上에서 여러가지 速度로 走行하는 一般車輛의 現實의 條件下에서는 가장 잘 一致된다. 이 測定値의 測定에 利用된 方法을 이른바 動力分光密度 (Power spectral density)라고 하는데 이것은 自然發生의 騒音 및 振動을 探索해내는데 利用된 頻度分析때문에 주어진 이름이다.

簡單히 말하면 여러가지 形態의 路面上에서 여러가지 速度로 달렸을 때의 實驗値를 記錄하는 方法이다. 各 實驗條件에 따라 1~250 CPS 에 이르는 完全分光을 記錄한다. 分光分析을 하기 爲하여 各 分光을 1 Octave 當 15個의 Band로 나누든지 또는 1個의 스펙트럼 當 120 Band로 分割한다.

各 Band를 다시 分析해서 全記錄期間을 通해서 積分한다. 이때 나오는 各 Band에 對한 積分平方根의 平均値를 頻度 對 動力分光密度에 對하여 單一曲線으로 圖示한다.

(그림 4)는 Radial 플라이타이어를 適用시키기 爲하여 調整한 自動車를 例示한 것이다.

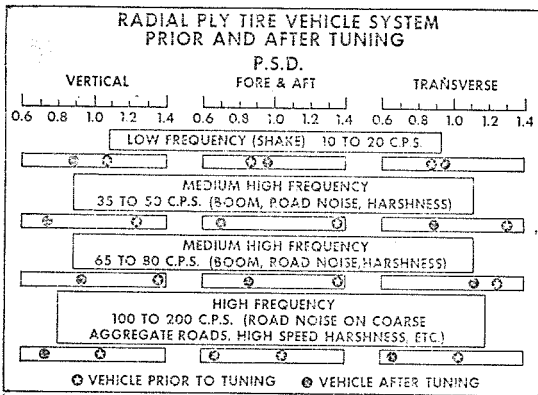


그림 4.

比較說明을 爲하여 이 그림은 自動車를 손질하기 前에 頻度가 傳播하고 있다는 것을 보여주고 있다. 이 그림에서 容易하게 알 수 있는 바와같이 Radial 타이어의 不利한 頻度는 Bias 플라이타이어를 끼웠을 때 粗感度の 差異가 없는 範圍까지에서의 40~55 CPS 에서는 急激히 減衰하고 있다. 그러나 振動頻도에 있어서는 Bias 타이어를 끼웠을 때 自動車는 그 機能이 低下된다. 이것 亦是 Bias 타이어에 比하여 Radial 타이어의 直線 및 縱方向의 動的 Stiffness가 낮기 때문이다.

#### 4. Radial 타이어의 Ford 自動車에의 利用

새로운 自動車를 開發할 때는 어떤 速度로 달리던 運轉時에는 騒音이 없고 平滑性이 回型車輛 보다 좋아야 한다. 一般의으로 單一型車輛 (Unitized type vehicle) 은 180~250 CPS 의 頻度 範圍에서는 騒音에 對한 骨格 (Frame) 및 骨體 (Body) 車輛 보다 感度가 더 높다. 單一型車輛에 Radial 타이어를 끼웠을 때는 이 頻도가 모두 없어지는데 그 理由는 Radial 타이어自體가 이 範圍에서는 騒音を 내지않기 때문이다.

그러나 前述한 바와 같이 Radial 타이어는 垂直方向에서는 65~80 CPS 에서 그리고 縱方向에서는 35~50 CPS 에서 不快한 騒音を 일으킨다. 이 不快한 騒音은 自然發生의 타이어 振動 및 騒音を 傳達하는데 影響을 주는 因子에 깊은 注意를 기울임으로서 除去시킬 수 있다.

(그림 5, 6 및 7)은 Radial 타이어의 不必要한 周波

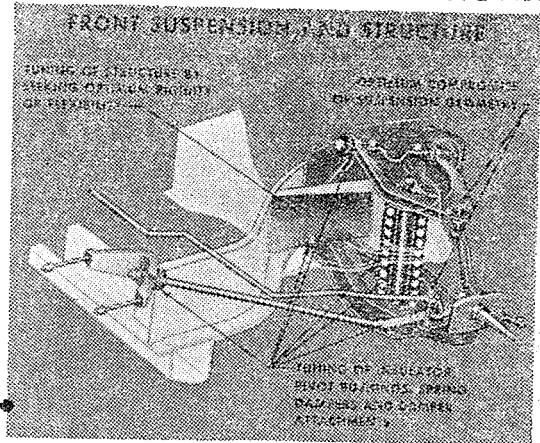


그림 5.

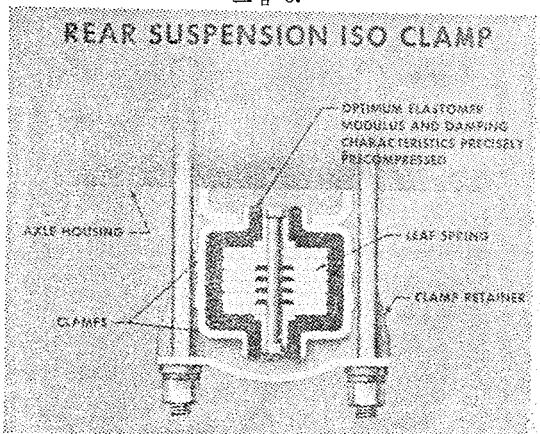


그림 6.

數의 傳播를 減少 또는 除去시키기 爲하여 마련한 根幹이 되는 車臺의 調整特性 몇가지를 例示한 것이다. 타이어도 이에 맞추어 만들어져야 하지만 타이어가 이렇게 되면 타이어의 基本的인 全體性能은 可逆的인 影響을 받게 된다. 그러므로 타이어—自動車系의 製品選定規格은 3배나 苛酷하게 된다.

5. 타이어 — 自動車系의 安定性, 操縱反應 및 Cornering 特性

타이어—自動車系로 부터 操縱感應度나 Cornering 特性을 開發하는때는 여러가지 方法이 있으나 自動車가 여러가지 條件下에서 操縱될 수 있는 方式은 自動車製造業者의 希望에 따라 달라진다. 例를 들면 Radial 타이어는 普通타이어와 마찬가지로 타이어 自動車系의 必要條件에 適合하도록 낮은 또는 높은 包絡型(Envelope shape)으로 成型될 수 있다.

그러나 Radial 타이어는 Bias 타이어 보다 空氣壓의 差에서 받는 影響이 적으므로 安全性을 調整하기 爲하여 높은 空氣壓을 使用함으로써 얻는 利點은 거의 없다.

安全性 改良을 爲한 보다 더 좋은 方法은 낮은 膨脹 Envelope 를 얻도록 Radial 타이어를 成型하는 것이다. 最少 Flange 高를 가지고 있는 0.700 R/W 比의 Rim 上에 높이 對 幅의 比가 0.70 對 0.80 이면 Tread, Breaker 및 Carcass 의 設計가 알맞게 잘되어 있을 때는 타이어—自動車系의 變換作用이 大端히 좋아진다.

이와동시에 Radial 타이어에서는 前後 타이어의 空氣壓의 差가 있어야 한다. 實地로 이와같은 前後 앞바퀴에 끼워있는 타이어의 空氣壓 差로 Radial 타이어의 特性인 高度의 操縱感應性이 增加된다. 例를 들면 普通타이어에서는 낮은 空氣壓으로 앞바퀴 타이어를 走行시키면 뒷 타이어보다 偏差가 크게 되어 앞타이어는 뒷 타이어 보다 높은 Slip 角으로 走行케된다. Radial 타이어의 Cornering 特性 및 高度의 操縱感應도가 增加하는 것은 主로 Cornering force 對 Self-Aligning torque 間의 關係때문이다. (그림 8) 은 Radial 타이어와 Bias 타이어의 Cornering 特性을 比較한 것이다.

至今까지 타이어의 操縱特性을 타이어의 Force 및 Moment 測定機를 利用하여 測定한 것이다. 그러나 動力系, 重量分布, 回轉硬化度의 分布, 回轉操縱, 回轉中心高, 캠버(Camber), 力學的인 Oversteer 또는 Understeer 特性, 重量傳達, 捻力應用에 對한 Power train의

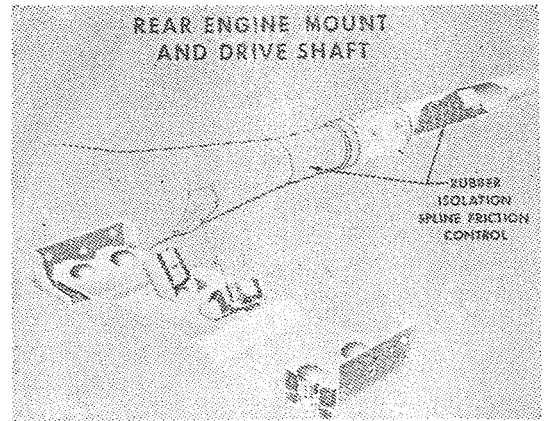


그림 7.

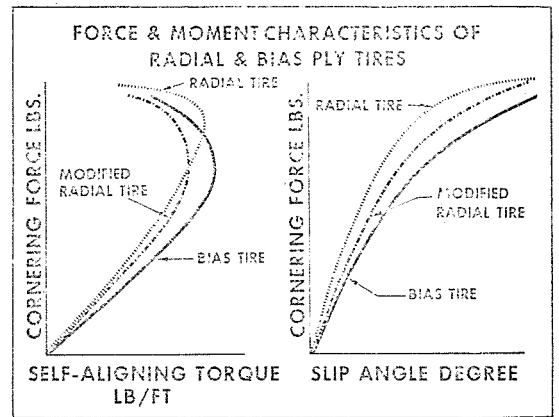


그림 8.

比 뿐만 아니라 制動捻力の 應用과 같은 自動車의 諸因子가 타이어의 反應에 效果를 준다.

이들 因子가 直接間接으로 타이어의 機能에 큰 影響을 준다.

(그림 9) 은 自動車에 Radial 타이어를 끼웠을 때와 Bias 타이어 및 超低角 Bias 플라이타이어를 各各 끼웠을 때의 基本的인 差異點을 說明해 주고 있다.

Radial 타이어를 끼웠을 때는 全 操縱性能은 方向安定性, 轉換安定性 및 最大 Cornering 에 따라 改良된다.

6. Radial 플라이타이어의 均一性 規格

Radial 타이어의 基本的인 性能은 타이어 組立體에서 는 타이어에 使用되는 各種 部分材의 製造 正確度の

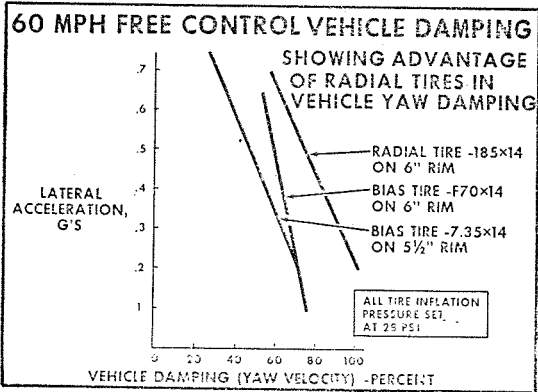
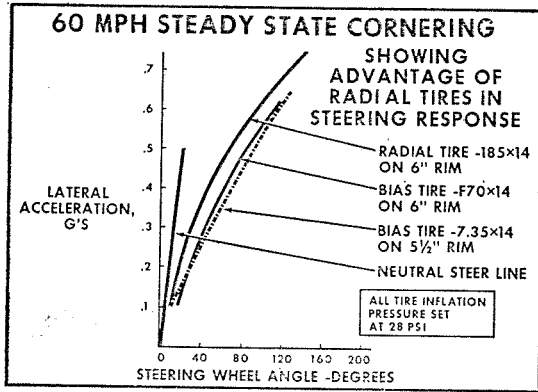


그림 9.

點에서 볼 때 高度의 正確性 및 타이어構成材料가 正確한 位置에 있느냐에 따라 달라진다.

均一性測定機는 타이어의 三次元的 不規則性 및 定偏差를 測定하는데 가장 優秀한 것으로 方向安定性 뿐만 아니라 騒音 및 振動發生의 原因이 되는 타이어의 三次元的 不規則性 및 定偏差를 測定하는데 가장 優秀한 것이다.

(그림 10)은 타이어의 均一성을 計算하기 爲하여 美

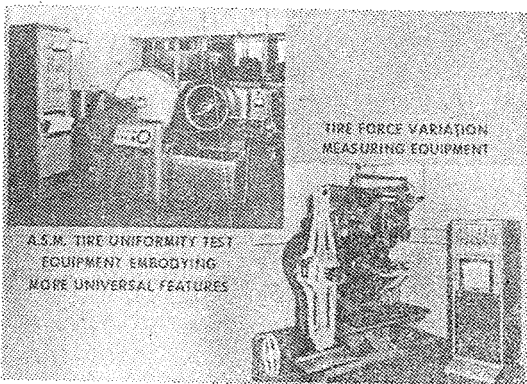


그림 10.

國 Ford 自動車會社에서 使用하고 있는 製置이다.

實地 實驗結果에 依하면 Radial 타이어는 Bias 타이어 보다 Radial 및 Lateral force 振動値가 같거나 더 近似해야만 한다는 것이 判明되었다. 또 Radial 타이어에서는 均一性規格에 媒介變數를 더 附加하지 않으면 안된다. 이 變數를 타이어의 定偏差(Tire drift) 또는 零度の Cornering force 라고 한다.

(그림 11)은 타이어-自動車系의 方向安定性에 依해서 나온 高度의 定偏差를 가지고 Radial 타이어라한다.

定偏差는 타이어의 基本設計에서나 타이어構造의 非均一性으로 부터 誘導되어 나온다. Radial 타이어는

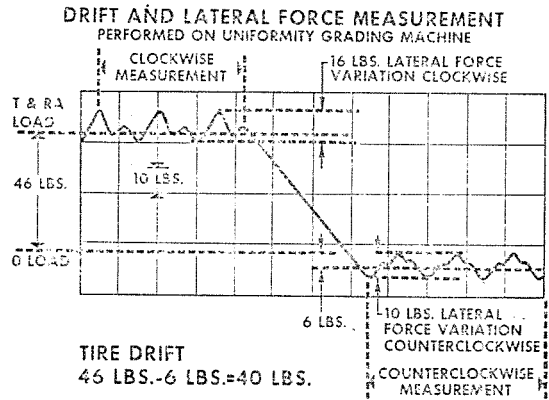


그림 11.

Cornering 또는 Diverging drift force 를 가지도록 設計될 수 있다. 이때 타이어는 非對稱型이 된다. 定偏差가 零인 타이어도 設計될 수 있다.

## 7. 結 言

타이어-自動車系를 改良하기 爲한 不斷한 研究結果 一部 Ford 自動車에 Radial 타이어를 使用하게 되었다.

오늘날 이와같은 進歩를 가져온 것은 타이어-自動車系를 研究하는 技術者에게 도움이 되었다. 美國에 있어서 自動車工業의 競爭이 甚한 것을 堪察할 때 Ford 社로서는 自動車所有者에게 차분한 技術的인 進歩에서 얻은 有益성을 賦與치 않으면 안된다.

加黃 고무의	技術資料	任 東 鎬  先任技術 化學
	序論 Colloidal carbon 充填劑 充填劑의 最適量 Stress-strain 理論 化學的 補強理論 補強에 對한 粒子 徑 및 連鎖의 相 關性	
補強化 (續)		

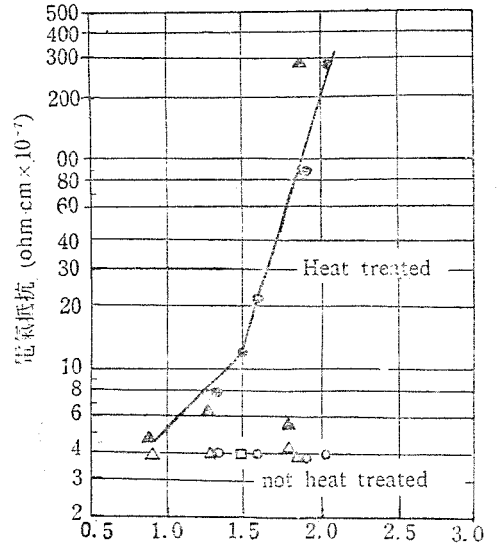
◎ 化學的 補強理論

일찍이 充填劑表面 및 폴리마의 不飽和가 매우 重要視되었고 加黃에 있어 硫黃連鎖와 마찬가지로 카아본블랙과 고무사이에 化學的 結合이 있다는 것을 研究者들에 의해 假定된 바 있다. Sterns와 Johnson은 Bromine을 가지고 反應熱을 研究할 때 二重結合이 카아本表面에 存在함을 推測하였으며 硫黃分子와 고무의 結合을 假定하였다. Watson과 Parkinson은 Bromination이나 Hydrogenation으로 Channel블랙表面에 붙어있는 不飽和구루우프들을 除去할 수 있겠지만 Channel블랙을 가지고 고무를 補強할 때 이를 Bromination 및 Hydrogenation으로 別 影響을 받지 않는다는 것을 나타냈다.

Smith 및 他研究者들에 의해 카아本에 어떤 典型的 配合物 即 天然고무와 같은 不飽和形態를 가진 Dihydropyrene을 吸着시켰다. 이를 試驗으로 補強에 對해 說明될 수 있는 카아本블랙 對 不飽和구루우프와의 어떤 化學的 反應을 나타내지 못하였다. 모든 高補強性블랙은 吸着性이 큰 자리를 가지며 이 자리에서 高分子고무의 物理的 吸着이 重要하다고 提示되고 있다.

熱處理時 폴리마-블랙混合物的 反應에 끼치는 폴리마不飽和度의 影響은 Switzer의 研究로 始作되었고 Rehner와 Gessler에 의해 完成되었다. 이들은 여러 種類의 不飽和度를 갖고 있는 Butyl고

무를 使用하였다. 熱處理로 補強된 Butyl고무의 耐 磨耗性이 改良되었을 때 폴리마의 不飽和가 이들 폴리마의 補強에 重要한 因子가 됨을 알았다. 아래 (그림 13)은 Rehner와 Gessler의 報文에서 取한 것으로, 電氣抵抗變化로 나타나는 熱處理의 影響에 關해 不飽和가 어떻게 影響을 끼치고 있음을 보



Butyl 混合物的 熱處理 폴리마의 不飽和度 影響  
그림 13

여주고 있는 것이다. 밀링으로 고무分子를 깨뜨려 離遊基를 만들고 카아本블랙과 化學的 反應을 하여 交叉結合網을 만든다. Garten과 Sutherland는 補強은 고무分子를 爲한 것으로 볼 수 있는 基受容體的作用을 하는 카아本粒子에 依한다는 것이다. Watson은 鎖切斷과 再結合사이에 平衡性을 假定하였으며 이것이 窒素下에서 이루어지나 基受容體로 作用하는 酸素에 依해서 그렇지 못하였다고 主張하였다. 이들 酸素는 고무基를 이웃의 鎖와 結合없이 終息시킨다. 또 그는 混合物에 다른 基受容體의 添加가 그의 理論으로 부터 期待할 수 있는 Gel 量을 減少시키고 있었음을 나타내었다. 이 理論은 補強性 充填劑를 고무에 混練시킬 때 생기는 結合고무形成을 說明하는데 매우 重要하다. 이 理論은 Garten과 Sutherland의 研究로 支持되었으며 이들은 카아本블랙이 溶液으로 부터 遊離基를 받아드릴 수 있다는 것을 보였다. 그렇지만 結合고무 形成에 關하여 다른 機構가 Endter에 依하여 提示된 바 있다. 最近 Endter와 Westling에 依하여 整理된 것으로 Cross-linking이 充填劑粒子的 靜電氣表面力 影響 밑에서 C-C 結合에 依해



이루어진다는 것이다. 이 見解에 따라 고무分子의 二重結合이 充填劑粒子的 表面에서 電場의 큰 不安定性 領域內로 올 때 極化된다고 하는 것이다. 카아본블랙의 電子回轉共鳴은 最近 Kraus 와 Collins 에 의해 研究되었는데 블랙이 고무에 나타내는 Modulus 와 奇數電子濃度와의 相關性에 關한 것이다. 이들은 카아본블랙基가 工程이나 加黃시킬 때 폴리마의 遊離基와 反應할 수 있다는 事實을 가지고 加熱된 고무와 카아본블랙을 調查하였다. 이들 調查로 블랙 Gram 당  $10^{20}$  의 不配電子가 存在한다고 하였다. Donnet 와 Heinrich 는  $80^{\circ}\text{C}$  의 벤젠에 2,2-Azodiisobutyronitrile 을 加하여 카아본블랙을 휘저을 때 Gram 당 中央에 받아드리는 電子가  $1.4 \times 10^{20}$  이 됨을 計算하였다.

카아본表面에 化學的 吸着酸素들이 Semiquinone 의 形態即 基受容體로 되어 있다는 것이 알려졌으며 이들의 存在가 熱處理에 따른 카아본—고무混合物의 反應度를 決定짓는 것으로 提示되었다. 카아본블랙에 酸素를 가지고 있는 구루우프의 特性研究에 Diazomethane 및 他藥品을 使用하여 12 가지 카아본블랙을 分析한 結果 酸素의 18%가 1,4-Quinone 形으로 存在하고 있음을 Hoffman 및 他研究者들에 의해 밝혀졌다. 더욱 Semiquinone 은 주로 카아본블랙이 다른 充填劑 보다 더 優秀한 補強能力의 原因이 되는 것이라고 主張되고 있다. Furnace 블랙의 結果가 이 아이디어와는 對照되나 Barten 과 Studebaker 의 見解即 酸素를 가지고 있는 구루우프들이 고무—블랙混合物를 熱處理시킬 때 이 反應度를 決定짓도록 하는 見解를 支持하게 한다. 熱處理中에 化學的 作用이 Butyl 고무 補強의 重要機構가 되더라도 補強에 關한 問題의 根本的 解答은 안된다. 最近 Gessler 는 混練 前에 카아본블랙을 Ball Milling 하므로 Butyl 고무의 補強力을 增大시켰다. 磨滅된 블랙이 깨진 連鎖構造와 마찬가지로 보다 많은 量의 酸素와 表面을 가지고 있었다. Watson 은 밀링중에 遊離基에 의한 結合고무 形成은 必然的으로 補強을 說明하는 것이 되지 않는다고 指摘하였다. 그는 基受容位置를 除去토록 遊離基를 가진 블랙을 前處理하는 方法을 研究하였으며 前處理를 하므로 補強性이 減少되었던 것이다. Garten 과 Sutherland 에 의한 Sulphate 와 遊離基處理로 遊離基를 받아드리는 블랙을 만들었지만 이들은 水酸基이지 Sulphate 基는 아니었다. 基를 處理한 MPC 는 30% 나 떨어진 磨耗抵抗을 갖는다. Watson 은 最少 30% 의 補強力이 블랙에 基受容位置를 가질 수 있는 化學

的 影響에 左右된다고 結論지었다. Garphon 을 形成토록 하는 爐處理가 類似한 結果를 가져왔다. Watson 은 殘餘補強은 性格에 있어 主로 物理的인 것이라고 하였다. HAF 블랙의 基處理가 未加黃混合고무의 膨脹係數와 結合고무量을 變動시키지 않았다. 그러나 補強은 根本的으로 다시 低下되었다. 處理한 것을 밀링할 때 블랙과 고무사이 에 內的 作用을 變化시키지는 못하지만 어떤 面에서 加黃할 때 블랙의 反應度를 變化시킨다.

Donnet 와 Heinrich 는 한가지 機構를 提示하였는데 그에 依하면 加黃中 酸化는 폴리마—카아본블랙을 爲하여 새로운 遊離基를 가진 카아본블랙을 活性化시킨다는 것이다. Studebaker 는 加黃中 카아본블랙의 가장 重要한 促進作用을 硫黃에 依한 고무의 Dehydrogenation 을 促進하는 것이라고 하였다. 달리 Garten 과 Weiss 는 카아본의 Quinone 構造에 依하여 고무의 Dehydrogenation 이 있다고 하였다. 카아본블랙의 作用에 關하여 더 많은 研究가 期待된다.

粒子크기를 變化시키지 아니하고 表面의 化學的 組成을 變化시키는 方法은 블랙을 爐處理하는 것이다.  $1000 \sim 3300^{\circ}\text{C}$  까지 4 種類의 카아본블랙을 加熱하므로 그 影響이 研究되었는데, 水素를 放出하는 最大溫度가  $1000^{\circ}\text{C}$  이고 카아본結晶成長은 이 溫度에서 始作한다.  $3300^{\circ}\text{C}$  에서 結晶體의 三次元이 생기나 이 溫度에서 石墨內面間에 空間은 생기지 않는다. Schaeffer 와 Smith 는 고무에 나타나는 Modulus 의 큰 低下는 識別할 수 있을 程度로 結晶體가 커지는 이 溫度 보다 낮은 溫度에서 일어나고 있었음을 보여주었다. 最終的 分析으로 Modulus 低下는 表面의 水素除去로 因해 主로 일어난다고 結論지었으며  $1500^{\circ}\text{C}$  보다 낮은 溫度에서 발생했다. 酸素와 水素가 이와같은 方法으로 除去될 때 磨耗抵抗은 매우 減少된다. 電導度는 上昇되나 熱處理에 의한 고무—블랙混合의 反應이 없어진다. Butyl 混合物의 熱處理效果는 블랙의 酸素를 除去하므로 減少되고 反對로 되돌려주면 增加한다. 카아본充填劑는 폴리마와 酸化될 때 影響을 준다. Kuzminskii 는 Channel 블랙의 增量投加로 폴리마에 酸素吸收率과 量을 減少시켰다. 加해진 酸化防止劑의 吸着은 Winn 및 他研究者들이 主張한 바 있는 폴리마의 酸化는 카아본블랙의 濃度와 比表面에 따라 增加한다는 結論에 맞는 것이라고 생각된다. 어떤 條件下에서 카아본블랙이 未加黃 SBR 의 酸化를 막으며 이 影響은 카아본의 揮發量에 따라 增加한다. 카아본블랙은 Polyphenol 型

의 酸化防止劑와 같은 것을 作用시키므로 補強되고 또는 카아본表面에 끼인 고무鎖의 一時的 安定化를 갖는 促進의 모습을 가질 때 補強된다. 補強에 대한 이와 같은 機構의 重要性은 매우 制限되었다고 생각되며 이것은 단지 Winn에 의해 表示된 粒子크기의 影響때문이라고 생각된다.

◎ 補強에 對한 粒子徑 및 連鎖의 相關性

Dannenberg 와 Boonstra는 萬一 카아본블랙의 表面이 製造中 酸化로 因해 腐蝕되면 블랙은 粒子徑에 비해 큰 比表面을 가지며, 큰 傳導度를 주고 고무에 낮은 彈性을 주고 있음을 보였다. 그들은 블랙의 製造條件을 變更하므로 생기는 氣孔 때문에 補強에 影響을 받지않으나 試驗室에서 非孔블랙을 酸化시키므로 補強에 對한 그의 能力을 增加시켰다. 氣孔을 除外한 表面이 補強能力을 決定짓는데 重要한 因子가 된다고 알려졌다. 카아본블랙과 다른 充填劑에 關한 여러해간의 試驗으로 微細粒子가 큰 補強度를 얻는데 必須的이라는 것이 指摘되었다. 그러나 粒子크기가 重要하지 않다면 그때 化學的 組成에 關係된 어떤 것이나 表面의 構造가 代置되어야 할 것이다. 알려진 化學的 組成은 粒子크기에 關係되지 않았으며 또 結晶 크기, 面의 氣孔, 鎖構造가 모두 化學的 組成에 關係없다. 粒子크기만은 補強力을 變化시키고 있다. 더욱 粒子크기는 理論的으로 다음에 依據 基本的 因子라고 생각된다. ①粒子크기는 고무에 接觸하는 充填劑의 表面을 決定지며 ②고무에 充填劑 活性度分配問題에 큰 影響을 준다. 그것은 一定 體積內에 粒子數가 그들 크기의 三乘에 逆比例하기 때문이다. (그림 14)의 粒子徑에 따른 磨耗補強性은 基本的인 因子의 影響을 나타내는 因果關係를 갖는다.

고무와 充填劑로 因한 連鎖는 補強에 對한 또 하나의 基本的 因子라고 생각된다. 얼마큼 Cross-link가 附加되는가 하는 問題가 Cross-linking을 處理할 때 이 附加가 어느 程度인가 를 決定짓는 것이 必要하다. 이 難題는 폴리머分子 PQ 그림을 參照하므로 理解할 수 있다. 이 分子는 表示하기에 便하도록 즉 퍼진 狀態의 것이다.

$M_1$ =元分子量 즉 分子端 P와 Q사이의 鎖長,  $M_c'$ =交叉結合사이의 初期平均分子量,  $m$ =分子當 初期交叉結合數,  $M_c''$ =새로운交叉結合사이의 平均分子

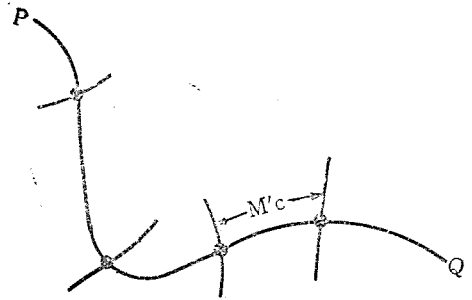


그림 14. 粒子徑에 따른 磨耗補強性

量,  $m$ =分子當 새로운 交叉結合數,  $M_2$ =鎖斷이 일어났을 때 即 新交叉結合이 생겼을 때 最終 分子量,  $M_c$ =新交叉結合이 加해진 後 모든 交叉結合사이의 平均 分子量,  $A$ =Avogadro의 數.

한 分子에서 初期  $n$ 交叉結合은 分子를  $n+1$ 片으로 分離한다. 폴리머의 1gram에  $A/M_1$ 分子가  $A/M_c'$ 片이 되고  $nA/M_1$ 交叉結合이 된다. 各分子는 交叉結合을 가진 것 보다 한개 더 많은 片을 갖는다. 그러므로  $A/M_1$ 分子數에 對해

$$A/M_c' - nA/M_1 = A/M_1 \dots \dots \dots (6)$$

萬一  $m$ 交叉結合이 分子에 加해지면 分子量은  $M_2$ 로 減少된다.

$$1/M_c'' = (m+1)/M_2 \dots \dots \dots (7)$$

分子量當 미리 存在하는 交叉結合數는  $n$ 에서  $nM_2/M_1$ 으로 變化하며 따라서 各分子는 더욱 짧아진다. 그러므로 두쌍의 交叉結合을 생각하면

$$1/M_c = (1 + m + nM_2/M_1) / M_2 = (M_1 + mM_1 + nM_2) / M_1M_2 \dots (8)$$

그러나 이들 組成의 單純한 添加로

$$1/M_c'' + 1/M_c' = (M_1 + nM_1 + (n+1)M_2) / M_1M_2 \dots (9)$$

그러므로 交叉結合은  $n+1$ 이되던 大略 附加的이다. 이 境遇 式 8, 9는

$$1/M_c = 1/M_c' + 1/M_c'' \dots \dots (10)$$

가 된다. 故로 單純한 交叉結合의 追加條件은  $n \gg 1$ 이 되며 이것은 適切히 加黃된 고무에 滿足된다.

未加黃 및 약간 加黃된 고무에 對하여 다음 式을 쓸 수 있다.

$$1/M_c = 1/M_c' + 1/M_c'' + 1/M_1 \dots \dots (11)$$

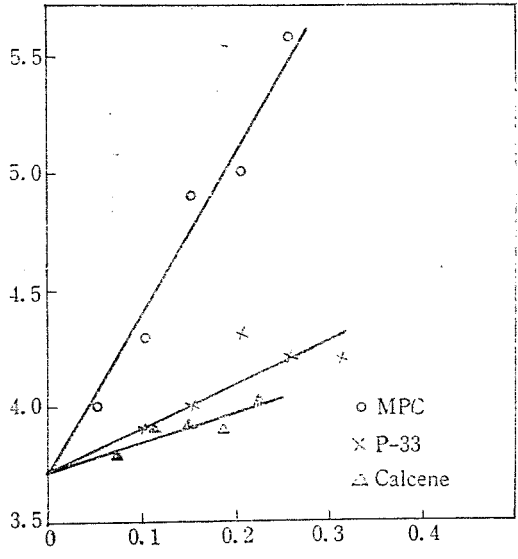
따라서 萬一 分子量補正值  $1/M_1$ 을 結果로부터 減할 수 있다면 交叉結合濃度는 아직도 追加될 수 있다. 이와 같은 結論은 結局 實在하는 交叉結合에 關係되었다. 即 效果의인 交叉結合에 關한 分子量의 影響은 無視되거나 이미 計算에 使用되었다는 것을 前提하고 있다. 根本的으로 効力없는 交叉結合數는 交叉結合의 相互增大된 影響을 通해

더욱 非追加의 寄與를 일으킨다. 分子量의 影響과 効力있는 交叉結合의 영김은 나중에 考慮 할 때 이들 因子의 無視가 適當히 加黃된 即 効力없는 交叉結合을 아주 적게 갖는 加黃物에 對하여 大略的 計算이 可能하다.

Blanchard 와 Parkinson 은 Stress-strain 研究로 加黃된 고무에 두 種類의 充填劑連鎖가 있음을 識別하였다. 한가지 型은 모든 充填劑에 存在하며 이런 連鎖는 弱하거나 또는 二次的 連鎖로 되어 있다. 다른 型은 카아본블랙에 存在하며 이들은 Pre-stress 에 의해 破壞되지않아 強하며 一次結合으로 되어있다. Pre-strech 에 關한 研究에서 Mullins 은 Pre-strech 로 말미암아 깨진 結合은 引張強度에 全然 도움이 되지못한다고 하였으며 이와 같은 結合은 引裂과 磨耗抵抗에 二次的 因子가 된다고 하였다. 이와 같은 結論은 Blanchard 의 研究로 다음과 같이 同調되었다. ① 補強能力은 二次結合이나 또는 그들을 破壞하는데 消失된 에너지를 갖는 粒子徑을 생각하는 것으로 表現할 수 없다. ② Pre-stress 에 依한 結合體의 破壞은 磨耗抵抗에 약간의 影響을 끼친다.

Carboxylic polymer 는 普通 不飽和된 Carboxylic acid 와 Olefin 또는 Diene 을 共重合시켜 만든다. 補強된 고무에서 가장 강한 二次連鎖는 不安定한 Carboxylic polymer 의 交叉結合과 類似한 役割을 하고 있다. 그러나 重要役割은 一次連鎖에 依해 만들어진다. Blanchard 와 Parkinson 은 強한 고무 充填劑連鎖와 補強力을 가진 Modulus 成分  $G^*$ 를 생각하였다. 強한 一次 連鎖를 나타내는  $(1+v)G^*$ 에 對한 充填劑 追加效果를 最近 Blanchard 에 依해 (그림 15)와 같이 나타낼 수 있다. 磨耗抵抗에 적은 效果를 가진 充填劑(Calcene, Magnesium oxide, Calcium silicate)는 總結合體를 만들 수도 있고 그렇지 않기도 한 카아본블랙(MPC, FEF, HAF)과는 다르다. 強한 結合體에 依해 나타나는 이들 物質의 役割은 加黃된 고무를 研究하므로 나타난다. 이와 같은 事實로 加黃이 카아본블랙에 依한 補強에 重要한 구실을 하고 있다는 것이 Watson 의 推論으로 더욱 重視되었다.

加黃고무의 交叉結合은 溶媒內 平衡을 이룬 膨潤이나 부풀은 고무의 Modulus 를 測定하므로 研究될 수 있다. 이들 方法은 特히 補強된 고무들의 強한 交叉結合을 測定하는 것이 重要할 때 보다 優秀한 方法이 된다. 이때 溶媒는 確實한 平衡 Modulus, 延長된 位置에서 不安定한 交叉結合의 再形成半永久伸長率 等の 複雜性을 最少限度로 減



加黃고무內 一次連鎖對 充填劑 濃度影響  
그림 15

少시킨다. 交叉結合은 膨潤된 Gel 內의 폴리머 平 體積部分  $V_r$  에 關係된다.

$$Mc = F(V_r) = \frac{-\rho V_1 (V_r^{1/3} - V_r/2)}{\mu V_r^2 + n(1 - V_r) + V_r} \dots (12)$$

$V_1$  = 溶媒의 Molar 體積  $\rho$ : 폴리머의 密度  
 $Mc$  = 交叉結合間의 平均鎖分子量  
 $\mu$  = 폴리머와 溶媒間의 內的 作用常數  
 이 式은 Flory-Rehner 理論을 Flory 에 依해 調整된 바의 것을 代表하고 있다.

分子量과 영김을 說明키 爲해 Blanchard 는 다음 式을 誘導하였다.

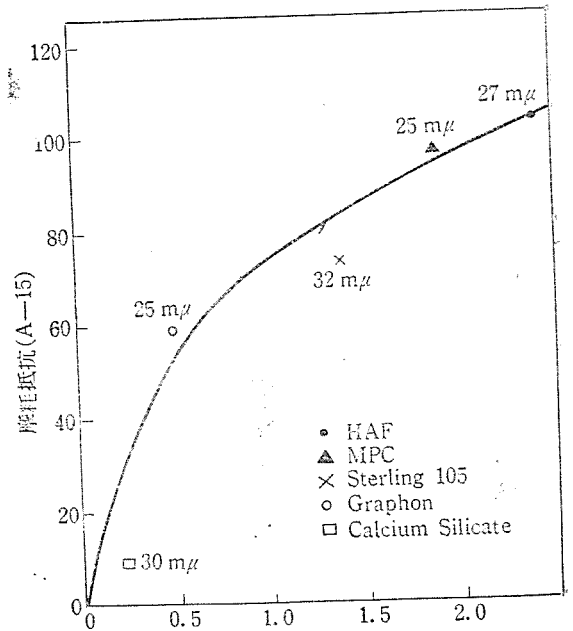
$$\frac{1}{Mc} = \frac{1}{F(V_r)} + \frac{2(1 + \delta Mc)}{M} - \delta \dots (13)$$

$\delta = 0.414 \times 10^{-4}$ ,  $M$  = 分子量,  $F(V_r)$ 은 (式 12)에 依한. 膨潤에 依한 Modulus 測定方法은 여기서 考慮되지 않았으나 Blanchard 와 Watson 은 膨潤된 Modulus 로 深한 妨害影響 때문에 複雜하게 되는데 이것을 補強前 고무에 關해 測定할 때 생각해야할 重要한 것이라고 하였다.

未加黃고무에서 Watson 은 補強性블랙이나 Silicates 를 冷沈할 때 Gel 形成을 볼 수 있었으나 非補強性 充填劑인 Whiting, 重晶石, 리도폰, 차이나 클레이를 가지고 겔形成을 얻을 수 없었다. 未加黃고무에서 膨潤에 對抗할 수 있는 힘을 가진 몇몇의 連鎖는 伸長으로 破壞되는 아주 弱한 힘을 갖고 있음이 指摘되었다. 殘餘連鎖가 加黃된 後 Pre-stress 시켰을 때 고무의 Modulus  $G^*$  에 어느 程度 도움이 될 것이면 이들이 補強의 一役을

말고 있다고 할 수 있다. Watson은 또 고무와 블랙 遊離基의 內的 作用으로 생기는 補強은 主로 加黃中에 생긴다고 하였다. 그는 一定 粒子크기에 따른 結合고무는 블랙補強과 相關하지 않는다는 것을 納得이 같 만큼 나타내었으며 約 30% 磨耗補強力을 減少시키는 Hydroxyl-free radical 處理를 하여도 別 影響을 받지 않음을 보여 주었다. 이의 研究로 充塡劑로 인한 補強力이 있는 連鎖는 加黃中 絕對的임을 나타내었고, 더우기 非處理의 카본充塡劑에서도 同一하다는 것을 提示하였다. 無視할 만큼 結合고무를 形成하는 充塡劑를 가지고서는 補強이 되지 않으며 加黃고무에서도 1次連鎖形成을 나타내지 않는다. 그러나 結合고무가 存在할 때 Stress-strain 測定을 보면 加黃고무內 強한 充塡劑連鎖를 얻지 못했더라도 생각할만한 補強이 存在한다. 이와같은 것이 特히 微粒의 Silica에서 잘 나타나며 이들은 低 Modulus를 만들고 加黃中 硫黃交叉結合化 때문에 一次充塡劑連鎖를 Stress-strain으로 測定할 때 대단한 防禦를 받는다. 加黃고무에 Graphon에 依해 誘導된 強連鎖程度는 一般의 블랙을 가지고 誘導했을 때 보다 대단히 작게 나타난다. 그러나 Watson은 FEF나 Acetylene 블랙으로 얻을 수 있는 結合고무를 Graphon으로 얻었다. Graphon에 依한 連鎖의 形成은 未加黃고무에서 생기고 加黃고무에서는 Stress-strain 結果 약간 나타나는 데 이것은 Graphon으로 어느 程度 補強作用과 相關하고 있는 것이라 하겠다.

一定한 混練方法과 條件에서 Stress-strain 測定으로 나타나듯 磨耗抵抗과 一次連鎖가 一定粒子徑에 大略的으로 相關性을 가지고 있다. (그림 16 參照) (그림 15)에서 充塡劑를 加하지 않았을 때  $G^*$ 는 3.7이고 (그림 16)에서 粒子徑이 25~30  $m\mu$ 의 平均値를 갖는 充塡劑로 생기는 連鎖의 大略的 測定值  $G^*$ 를 얻기 爲하여  $(1+V)G^*$ 로부터 控除하였다. 이 比較에 使用된 全充塡劑는 充分히 分散되었고 모두 함께 配合되었으나 促進劑는 138°C에서 55分後 適正加黃을 얻도록 多少 調節되었다. (그림 16)와 <表 2>의 引裂데이터는 카본블랙으로 因하여 普通 가져올 수 있는 것 보다 적은 一次連鎖數라 하더라도 粒子가 적을 때 고무를 더욱 補強시킨다는 것을 나타내고 있다. 1400°C에서 여러 種類의 블랙을 前處理하므로 Modulus  $G^*$ 의 變化사이에 좋은 連鎖性을 얻었으며 結果的으로 磨耗抵抗의 切下가 있다. 그러나 混練條件과 方法으로 因한  $G^*$ 의 變化는 補強에 關한 相



유사充塡劑로 因한 一次連鎖對 磨耗補強性  
그림 16

關性을 갖지 않았다. <表 2>에서 보듯이 큰 Pre-stress 後에 殘有 Modulus  $G^*$ 가 보이듯 一次連鎖는 粒子徑에 相關되지 않았다. 이것이 引裂과 磨耗抵抗에 對하여 粒子徑의 絕對的 影響을 어느 程度 說明하는 것이 되겠다.

<表 2> 充塡劑의 粒子徑變化 對 物性變化

充 塡 劑	平均粒子徑 $m\mu$	一次連鎖에 依한 Modulus $G^*$	磨耗 抵抗	引裂抵抗 20°C
CC black	23	1.1	110	43.7
HPC black	24	1.6	117	44.0
MPC black	25	1.9	110	38.7
石墨化한 MPC black (=Graphon)	25	0.5	74	30.3
HAF black	27	2.4	116	40.8
FF black (Sterling 105)	32	1.4	87	39.2
FF black (Sterling 99)	39	1.7	74	36.8
Acetylene black	40	2.4	78	33.7
SRF black	80	1.8	52	24.9
Lampblack	100	1.8	41	19.7
Calcium silicate	30	0.2	24	18.2

Kraus는 補強된 加黃物의 交叉結合을 調査할 때 平衡膨潤測定法을 使用한 結果 充塡劑에 依한 強한 連鎖數는 普通 表面積에 依存하지 않는다고

하였다. 그는 <表 3>에서 볼 수 있듯이 交叉結合에 關한 카아본블랙의 寄與로는 加黃程度에 大略 比例하므로 따라서 加黃은 重要因子라고 하였다. 充塡劑 때문에 이루어진 連鎖는 主로 고무分子間的 것이며 充塡劑 對 고무連鎖者는 補強에 있어 重要하지만 比較的 輕한 것이라고 하였다. 그는 充塡劑로 因하여 誘發된 고무分子間的 連鎖는 카아본블랙을 가지고 加黃反應을 할 때 加黃程度에 따라 增加한다고 指摘했다. 加黃中에 內的 作用이 블랙과 고무사이에 附着을 만드는 것이라고 생각된다면 이 假定은 充塡劑 對 고무連鎖가 充塡劑의 表面積에 比例할 것에 基礎를 둔 것이라 하겠다.

<表 3> SAF의 一次連鎖 對 加黃의 影響

加黃時間 (分)	카아본블랙에 依한 交叉結合/카아본블랙에 依하지 않은 交叉結合			
	1.25 phr S	1.5 phr S	1.70 phr S	2.25 phr S
20	1.36	1.30	1.40	1.30
30	1.37	1.33	1.36	1.32
45	1.41	1.38	1.36	1.42
75	1.41	1.38	1.41	1.41

部分的으로 加黃된 고무에 實在하는 交叉結合과 效果의인 것 사이의 差는 Kraus의 調査<表 3>로 說明될 수 있는데 이 差는 카아본블랙으로 因한 連鎖와 加黃結果라고 볼 수 있다. 未加黃고무에 實在하는 交叉結合과 分子破壞間的 均衡은 實在交叉結合 數와는 아주 달라질 수 있다. 이 다른 程度는 平衡이 加黃으로 因해 깨질 때 더욱 分明해 질 것이며 카아본블랙에 對한 많은 非效果의인 結合이 加黃에 의해 效果의인 것으로 된다. 이와같이 交叉結合에 대한 充塡劑의 寄與가 加黃과 더불어 增大될 수 있다고 하겠다. 鎖의 영길과 分子量은 未加黃고무의 效果의 交叉結合을 決定짓는 主因子가 되는 것이다.

Boonstra 와 Dannenberg 는 結合고무의 겔에서 測定되었던 交叉結合數를 가지고 加黃物의 카아본블랙存在로 因하여 發生된 交叉結合濃度增加를 說明하는 것은 너무 貧弱하다고 하였다. 分子量과 영길에 對해 許容되었던 交叉結合當 比表面積計算은 단지 이 結論을 지지하도록 한다. Isoprene의 斷面積을 50 Å<sup>2</sup>으로 取할 때 모든 交叉結合은 카아본粒子에 의해 생긴 것이라면 이 計算은 카아본 表面의 約 2% 適用範圍를 갖게 되겠다. 加黃前에 效果있는 交叉結合은 分子量이 단지 150,000 일 때 6% 適用範圍를 갖는다. 後者의 境遇 加黃前에 根本的으로 높은 實在의 交叉結合은 加黃된

1/Mc 이 0.1×10<sup>-4</sup>으로 增加함을 나타낸다. 이같이 카아본-고무結合의 程度는 쉽사리 檢出되지 않으나 如前히 補強에 主的 寄與를 한다. 이의 例物로서 Regal 600을 들 수 있다.

어느 程度 <表 2>에 根據해서 Blanchard는 比表面積이 작고 굵은 粒子의 블랙이 弱한 補強性을 나타내는데 이것은 連鎖形成을 爲한 內面이 比較的 적은 탓인가에 對해 問題視하였다. 그는 連鎖와 比表面積의 關係에 對한 說明을 할 때 爐處理블랙(Graphon)을 가지고서는 實際 보다 더 큰 補強의 變化에서 連鎖는 매우 減少된다고 생각했다. 粒子徑과 連鎖形成은 비록 補強化하는데 內部作用因子라 하더라도 別個의 것이라고 생각되는 理由가 있다. 概念上에 基礎를 둔 것으로 고무에 有用한 모든 表面으로 補強化 할 때 粒子徑이 얼마나 적든지 相關없이 적을수록 이들의 補強은 增加된다고 하는 理論에 挑戰되었다. 이것은 分子(即 硫黃)에 依한 化學的 交叉結合이 第一 優秀한 補強方法임이 提示되기 때문에 받아들이기 어려운 理論이다. 그러나 試驗的으로 작은 充塡劑粒子의 結合은 磨耗抵抗의 改善을 얻는데 必要하며 이를 爲해 粒子는 비록 작더라도 大概 큰 分子面積을 갖는 것이 必要하다.

Blanchard는 充塡劑의 濃度와 分散에 의한 補強效果는 粒子數 N/(고무+充塡劑)濃度 또는 粒子當 一次連鎖數로 解釋할 수 있다고 하였다. 試驗에 依한 數學上의 假定은 補強作用의 이 概念을 어떻게 理論的, 試驗的인 것을 量的으로 一致시킬 수 있는 가를 說明하는데 使用되었다. 이 觀點에서 粒子徑의 減少는 粒子數를 增加시키는 效果와 對立되고 粒子當 連鎖數를 減少시키는 效果와 對立된다. 따라서 이 概念으로 볼때 補強은 最適으로 到達할 때 까지 粒子徑이 작아짐에 따라 增加되고 있음을 뜻하게 된다. 그後 分子規模의 粒子로는 거의 補強效果가 減少하지 않으나 引裂과 磨耗에 대한 粒子數의 影響은 한층 이 物體로부터 떨어져 나가는 것을 알 수 있다. 그러므로 分離時 아주 가까이 있는 粒子 即 連鎖를 形成하며 直徑이 d인 粒子가 갈라진 線의 兩쪽 面으로 부터 d/2의 距離안에 놓여있는 中心을 갖는다. 다시말해 單一面積이 分離되었다면 直徑內에 中心을 갖는다. 分離된 單一面積에 있어 破壞時 아주 가까이 있는 粒子數는 分明히 補強에 影響을 준다고 생각된다. 이 數는 一定充塡劑 濃度에서 d<sup>2</sup>의 逆에 比例한다. 달리 粒子當 補強結合數는 各分子周圍에서 일어나는 引裂繁昌의 全

體抵抗에 影響을 끼칠 것이며 이것은 粒子크기에 따라 增加한다고 생각된다.

Mullin의 補強理論은 고무와 充填劑間에 強한 接着이 있으면 增加된 Hysteresis가 增加된 強度와 相關하고 있다는 것이다. 흠을 가져오는 內面의 破損은 단지 큰 Stress일 때 分明해진다. Mullin은 여러번의 內面破損으로 많은 內面을 갖게되며 따라서 消失이 많아진다. 그리고 強하게 接着한 充填劑 때문에 고무體積을 增大시키고 破壞 工程中에서는 많이 늘어나야 한다는 것이다.

Houwink와 Van Alphen은 樹脂로 引裂과 引張 強度를 補強시킬 때 粒子크기와 連鎖形成의 影響에 關하여 檢討하였다. 그들은 結合고무測定에 따라 나타난 것으로 Urea樹脂 보다 Aniline의 優秀性은 化學的 結合에 依한 것이라고 하였다. 또 天然고무에서 週期的인 고무粒子가 어떤 補強作用을 갖기에는 너무 작다는 것을 보여 줌으로서 粒子徑의 役割에 關한 上記의 說明을 支持하였다. 樹脂가 Latex에서 처음 形成할 때 粒子들은 補強性블랙보다도 매우 크다는 것이 記錄되었다. Houwink와 Alphen에 依해 提起된 週期的 고무粒子는 매우 크기 때문에 어떤 面에서 카아본粒子 보다는 카아본 膠片에 보다 더 類似하다. 補強對 混合構造相關性의 檢討에서 最終的으로 樹脂補強의 問題는 限界

性을 갖는 것으로 證明되고 있다.

위의 아이디어는 粒子徑의 役割에 關한 純粹理論의 考察에 依해 支持될 수 있다. 고무에 있어 充填劑粒子組織을 생각할 때 體積濃도가 固定되었다. 補強이 連鎖에 依한다는 假定을 할 때 가장 簡單하며 最少限 問題視되는 附加假定은 補強이 粒子當 連鎖 $\mu$ 의 基本的 變化數와 混合物의 一定體積當 粒子數의 函數가 되는 것이다. 單純히 두 基本的 變化에 대한 假定은 粒子크기가 各粒子로 因해 連鎖形成을 造成하는 方途로 매우 重要하다. 그러나 最少限 두 基本的 變化에 關한 補強의 依存方法에는 假定이 없다. 連鎖를 形成하는데 比表面積項으로 補強을 說明하기 爲하여 特別히 두 假定을 갖는 것이 分明하다. 이종의 한가지는 確實히 正當化되지 않았으나 이들 附加的 假定은 ① 粒子當 連鎖數와 粒子數의 影響이 그들의 生成物 Nu의 函數로 表示될 수 있고 ② 粒子當 一次連鎖數 u는 粒子表面積  $\pi d^2$ 에 比例한다는 것이다. 여기서 Nu는  $1/d$ 에 即 比表面積에 比例하게 된다. 引裂과 磨耗抵抗같은 이들 性質이 고무에서 粒子들에 依해 形成되는 不連續的인 球內面이 大多數에 依해 어떻게 影響을 받는가 하는 것을 說明하도록 內面積을 使用하는 假定에 對해 別로 正當化할만한 것이 없다. (完)

<P. 35에서 계속>

司會 : 그리고보니 費用이 많이 드는 宣傳은 困難할 것 같습니다.

다른 方法을 講究해야 할 것 같군요.

尹 : 다른 方法이라야 Catalog나 Brochure를 Buyer들에게 보내주는게 고작 일 것 같습니다. 效果는 現地에서 하는 P.R.보다는 적을 테지만 우리가 할 수 있는 方法中에서 가장 손쉬운 것이 아닙니까?

司會 : 그런데 그 Catalog 말씀이죠. 業界에서 만드실 때 좀 더 神經을 써주셔야 할 것 같습니다.

例를들면 어떤 宣傳 Catalog의 印刷를 보니 말이 아 니더군요.

우리나라 옵셀트印刷도 이제는 꽤좋은 便안입니까? 國內用도 그렇지만 적어도 海外에 보내는 Catalog는

조심해야 할 것 같습니다.

또한 宣傳文句도 가끔 誤植이 있거나 文言이 무척 Old fashioned한 것이 많이 눈에 띄이는 것 같습니다. 심하게 말하자면 10年前에 만들었던 Catalog의 文句를 修正도 않고 그대로 자꾸 적어내지 않습니까?

그러니 1968년의 Buyer들은 1950年代의 宣傳文句로 우리 製品을 評價하게 되지요.

鮮于 : 저도 同感입니다. 그리고 近來의 Catalog製作 傾向을 보면 과거와 같이 不必要한 많은 文句를 나열하지 않는 것 같아요. 代身 製品의 強點만을 要領있게 Buyer들에게 Appeal하도록 하는 것이 必要할 것 같아요.

司會 : 네 바쁘신중에도 長時間 感謝합니다.