

<技術資料>

고무老化現象의 理論과 實際 (I)

(타이어製品을 中心으로)

仁荷工大

고무研究室

李 賢 五

1. 序
2. 大氣中の Ozone 의 生成論
3. 고무와 Ozone 과의 關係
4. Ozone Crack 의 發生 Mechanism
5. 伸長과 Ozone Crack 과의 關係
6. Ozone 老化에 미치는 모든 Factor
7. Ozone Crack 老化防止策
 - (1) 生고무의 境遇
 - (2) Bland Rubber 의 境遇
 - (3) 고무製品(自動車 Tire)의 境遇

1. 序

우리 人間에 老化現象이 있는 것처럼 고무에도 老化現象이 있다.

人間에 있어 老化가 死의 序曲인 것처럼 고무에 있어서의 老化現象 역시, 死, 即, 廢物의 前奏가 되는 것이다.

好生惡死하는 人間の 努力이 老化와 疾病에서 벗어나고자 各種榮養食品, 醫藥品等を 發見 發明하여 壽命延長에 相當히 寄與한 것처럼, 고무製品의 經濟性을 追求하는 人間の 努力은 畢竟 고무 老化의 強敵인 Ozone 을 發見하게 되었고 老化의 主因이 究明된 以上 이에 對한 防備策이 나오는 것 또한 自明한 事理이다.

그러면 以下에 描寫를 무릅쓰고 대충 叙述하오니 欠點은 叱正에 期待한다.

2. 大氣中の Ozone 生成論

우리 人間들이 地球大氣中에 있는 Ozone 에 대하여 興味를 가지기 始作한것은 지금부터 100年前에 Ozone 의 發見者 Schönbein 氏가 大氣中에 있어서의 그의 存在을 示唆한 때부터이다. 그러나 大氣中の Ozone 이 量的

取扱을 받게된 것은 Fabry 氏와 Buisson 氏의 研究 以後였다고 한다.

즉 兩氏는 太陽高度에 있어서 波長 300~334m μ 의 太陽 Spectrom 을 觀測하고 그 結果 Ozone 이 大氣의 相當히 높은 層內에 濃縮되어 있다는 事實을 처음으로 發見하였다.

大氣 Ozone 의 空氣에 對한 混合比의 最大值(數 ppm)는 地上 約 30km 의 高度에서 觀測되고 있으나 이 特異한 鉛直分布는 Ozone 의 光化學的 生成理論으로 說明되고 있다.

地表面 가까운 大氣中에는 그 成層圈內의 高濃度 Ozone 이 氣象力學的인 過程을 거쳐서 下方으로 移行되어 오지 않는限 存在치 않을 것이다. 그리고 Ozone 은 強한 酸化性을 가지고 있으므로 特히 汚染되어 있는 下層大氣中에서는 破壞되기 쉬운 것이다.

이 때문에 地面에 가까운 大氣中の Ozone 의 濃度は 極히 낮으며 그의 값은 거의 모두 0~4pphm (0~86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 範圍內에 있고 氣象學的 要因(즉 高低壓)에 의하여 크게 左右되는 것이다.

이러한 現象이 일어나는 點을 앞으로 생각해 보기로 하자.

즉 水銀燈을 點火하거나 또는 無聲放電을 行하였을 때에 그곳에서 가까운 空氣中에서 Ozone 이 生成되는 것은 Ozone 이 가지는 特異臭로부터 感知할 수 있다.

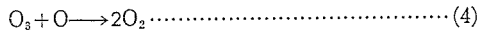
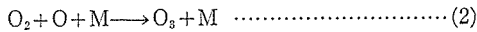
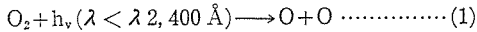
大氣中에서는 成層圈에서 太陽紫外線이 水銀燈이나 無聲放電의 役割을 하여 Ozone 이 만들어지는 것이다. 그리고 地面近處의 大氣中에서는 Ozone 의 生成이 Smoke 時에는 成層圈內에 있어서와는 別途의 Mechanism 으로서 이루어지는 것이다.

1) 成層圈에서의 Ozone 生成

大氣中 Ozone 濃度は 約 30km 高度까지는 높을수록 太陽紫外光線에 의한 光化學的 反應으로 上層大氣中에

高濃度 Ozone이 存在함을 最初에 說明한 것은 Chapman 氏였다. 그뒤에 Dütsch, Miyabe 氏 及 Saruhashi 氏를 爲始한 여러 學者에 의하여 보다 새로운 Data를 根源 으로써 大氣中 Ozone의 鉛直分布가 計算되었다.

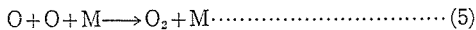
日中時 上層大氣中에는 Ozone을 含有하는 化學 또는 光化學 反應이 數多한 것으로 생각되나 Ozone을 量的으로 取扱할 경우에는 이러한 많은 反應中에서도 特히 다음 4개式이 重要하다고 한다.



但, h 는 plank 常數, ν 는 光의 振動數, M 은 空氣分子 (O_2 及 N_2)를 代表하고 있으며 Energy 및 Momentum의 保存이 成立되기 위하여 必要한 것이다.

式 (1) 및 (2)에 의하여 O_2 原子 및 Ozone이 만들어진다. 式 (3) 및 (4)는 生成된 O_3 를 破壞하는 反應이다.

50km 高度 以上の 低濃度 Ozone 領域을 取扱할 경우는 그곳엔 單位體積中의 空氣分子의 數는 적고 그와 反對로 酸素原子數는 많아지므로 다음 式에 나타나는 산素原子를 除去하는 反應도 重要한 것이 된다.



式 (1), (2), (3), (4) 혹은 式 (5)를 全部包含하여 單位體積中에 있는 Ozone과 酸素原子의 數를 光化學平衡에 있다고 (즉 $d[O_3]/dt=0$, $d[O]/dt=0$) 假定한다.

$[O]$ 을 消去하여 $[O_3]$ 에 關한 理論式을 만들고 그 式을 使用하여 各 高度의 Ozone을 計算하는 것이다.

이를 위하여 O_2 및 O_3 의 吸收係數를 想起하게 되는 高度에 到達하는 有効한 紫外光線의 強度와 式 (2), (4) 및 (5)의 反應速度定數 其他에 대하여 그의 知識이 必要하게 된다.

下層大氣中에는 式 (1)에서 나타낸 短波長紫外線이 到達하지 않으므로써 成層圈에서 일어나는 것과 같은 Ozone 生成은 생각할 수 없다.

雷雨時에 Ozone이 增加하는 結果도 發表되고 있으나 넓은 視野에서 보면 이 영향은 無視할 수가 있는 것이다.

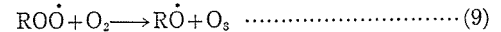
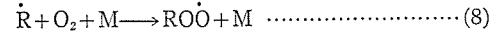
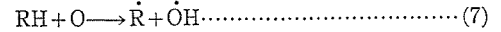
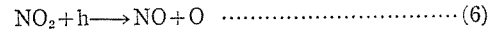
다음에 이야기하고자 하는 Ozone 生成에 관한 것을 除外하고는 一般적으로 地面에 가까운 大氣中의 Ozone은 成層圈에서 移動되어 온 것이다.

2) 汚染大氣中에 있어서의 Ozone 生成

Ros 市の Smoke 發生時에 觀測되는 高濃度 Ozone은 如何한 Mechanism에 의하여 生成되는 것인가에 대하여 여러 學者間에 各樣各색의 意見이 提示되었다.

Hagen-Smit 氏 등은 自動車排氣口로부터 大氣中에 放出된 未燃燒의 有機化合物과 NO_2 및 O_2 의 混合氣體에 人工光線 또는 太陽放射를 照射시키면 Ozone이 生成된다는 學說을 發表하였고 또 有機化合物의 種類에 따라서 Ozone의 生成速度도 相當히 다르다는 것을 아울러 알게 하였다.

Haagen-Smit 氏의 생각한 Ozone의 生成 Mechanism을 化學方程式으로 表示하면 다음과 같다.



但 RH는 炭化水素類, R은 Alkyl基, ROO는 Peroxialkyl 基를 나타낸 것이다.

따라서 式 (8)에서 나타낸바와 같이 空氣酸化에 의하여 過酸化물을 만들기 쉬운 有機物이 있으면 NO_2 는 大氣中에 存在치 않아도 Ozone을 生成할 수 있게 되는 것이다.

Hagen-Smit 氏의 學說에 대하여는 많은 研究者들이 支持를 하고 있는 것이다. 最近의 研究에 의하면 Smoke 時에 大氣中에서 生成되는 Ozone은 全部가 Hagen-Smit 氏의 學說만으로써 모를지기 說明이 되는 것은 아니지만 적어도 많은 化學 및 光化學의 反應이 Ozone 生成에 기여하고 있는 것 만은 事實인 것 같다고 한다.

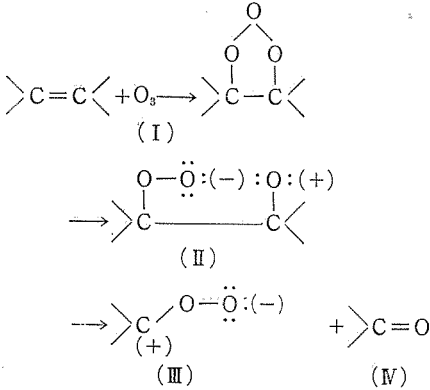
그리고 Ozone 生成에는 炭化水素類와 NO_2 , O_2 및 太陽放射 등이 또한 必要한 것도 틀림없는 일이라고 생각되며 炭化水素類中 Oleffine 系의 것이 Ozone 生成에 極히 有効하다는 事實로부터 그러한 것들과 窒素酸化物의 混合氣體에 對한 光化學的反應에 대하여 詳細하게 研究되고 있다.

즉 Schuck 氏와 Doyle 氏는 Isobutene(濃度 2.3~3.2ppm) 및 NO_2 (約 1ppm)와 空氣의 混合氣體를 넣은 glass 製容器에 人工光線을 照射시키고 原料物質 및 生成物質의 濃도가 時間적으로 變化하는 것을 調査하였더니 原料物質의 濃도는 低下되나 生成物의 $HCHO$ (CH_2)₂, CO 및 O_3 와 其他는 增加하고 어느 時點以後에는 거의 一定한 값을 取하는 것을 알게 되었다. 그리고 또한 生成된 O_3 의 濃도는 原料物質의 濃도에 따라서 큰 差가 생긴다는 것도 또한 알 수 있게 되었다.

3. 고무와 Ozone 과의 關係

1) 고무에 대한 Ozone의 化學反應

Diene 系 고무의 Ozone 化를 調査하기 前에 Oleffine의 Ozone에 대하여 簡單히 說明하기로 하자.



Oleffine의 Ozone화는 Criegee氏에 의하여 처음으로 그 Mechanism이 解明되었다. Oleffine化合物的 二重結合의 求核的인 性質을 가진 炭素原子가 Ozone分子中の 酸素에 의하여 親電子的인 作用을 받아 Ozonide (I)이 生成된다.

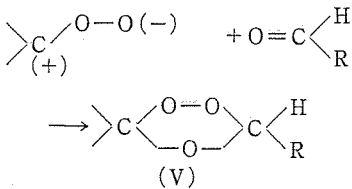
(I)은 不安定하며 酸素結合이 떨어져서 (II)와 같은 兩性 Ion을 生成한다.

이것은 炭素-炭素結合으로부터 電子를 빼내서 (III)의 兩性 Ion과 (IV)의 Aldehyde 또는 Keton을 生成한다.

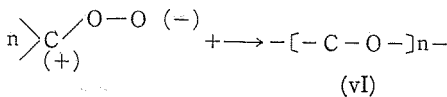
Bailey氏에 의하면 이 (III)의 中間生成物은 4種의 다른 方法으로써 安定된다고 한다.

Aldehyde와 再結合되어 安定된 Ozone化物 (V)을 生成한다.

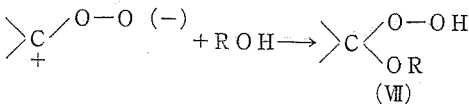
그리고 Keton類는 反應性이 大端히 적고 그 形式으로는 反應되지 않는다.



重合型 過酸化物的 生成에 의한 安定化



活性水素를 가지는 溶劑와의 反應에 의하여 Hydroperoxide를 生成한다.



Ester, Lacton, 無水物, 酸等이 生成되어 再排列된다. Diene系 고무의 Ozone化가 Oleffine과 同樣으로 作用한다는 것은 모든 研究者의 實驗을 通하여 알게되었다.

Allison氏 등은 SBR 溶液의 Ozone化에 의하여 二重結合部가 漸次로 減少되는 것을 赤外吸收로부터 發

見하였다.

또한 BR을 Ozone化하면 外部 二重結合은 內部結合보다 빠른 作用을 받는다.

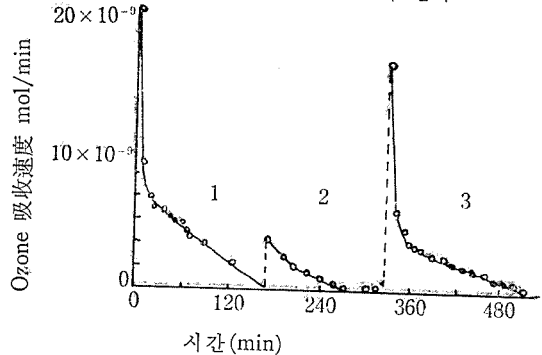
또한 Diene系 고무를 Ozone化시키면 溶液粘度가 低下되고 分子量도 적어지는 것이다. Kendall氏 등은 NR, 和 NBR의 Ozone化로써 赤外線吸收에서 1110 및 1084cm⁻¹의 位置에서 새로운 吸收帶가 나타나서 Ozone化物이 生成되는 것을 發見했다. 또한 다른 研究者들에 의하여서도 Carbonyl基와 水酸鹽의 生成이 認證되었다.

以上の 모든 實驗으로부터 고무의 Ozone과 의 反應 관계도 Oleffine-Ozone의 反應機構와 거의 같은 結果가 나타난다는 것을 알게 되었다. 또한 Ozone과 Oleffine의 反應에서는 活性化 Energy가 極히 낮고 兩者가 接觸하면 곧 反應이 開始되는 事實로부터 固形고무와 Oleffine과의 反應은 고무表面의 二重結合에서 일어나고 內部의 二重結合은 表面의 그것이 소실된 뒤 에 비로소 作用을 받게된다고 推定되는 것이다.

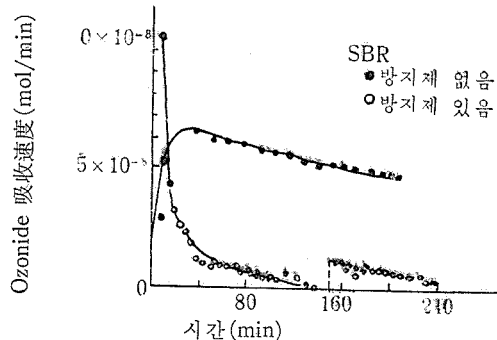
2) 고무의 O₃ 吸收

여기서는 固形고무를 Ozone氣流中에 放置할때에 일어나는 現象에 대하여 말하고자 한다.

Erickson氏가 SBR 黃化고무의 Ozone吸收를 未伸長 試料에 대하여 測定한 結果는 그림 1과 같다.



(그림 1) 無伸長黃化고무의 Ozone吸收(流速 2.5 × 10⁻⁸ mol/min)



(그림 2) 伸長 SBR黃化고무의 Ozone吸收(Ozone流速 1.05 × 10⁻⁷ mol/min)

1회제의 實驗에서는 初期에 最大의 吸收速度를 가지고 時間의 經過에 따라 그 速度는 漸減되고 約3時間後에는 零이된다. 數時間을 지난뒤 다시 2회제의 實驗을 행하였든바 곧 零이되었다. 이 試料에 數分間 動的應力을 준 뒤 3회제의 實驗을 행하였드니 다시 吸收速度가 커졌으나 約2時間後에는 相當히 減少되었다.

이 實驗은 未伸長黃化고무도 Ozone에 反應한다는 것을 證明하였다.

時間의 經過와 함께 Ozone 吸收가 減少되는 것은 表面에 生成되는 Ozonide 皮膜이 Ozonide의 作用을 妨害하는데 基因하는 것으로 생각되고 그 ozonide는 前記(V)의 形式이라고 생각된다. 歪에 의하여 皮膜이 破壞되기 때문에 3회제의 實驗과 같은 現象이 나타났다고 解釋된다.

다음에는 伸長黃化 SBR 試料의 Ozone 吸收를 그림 2에 表示한다.

伸長에 의하여 吸收曲線의 樣相은 全然다르고 30分後에는 最大의 吸收를 確認할 수가 있다. 그 前에는 試料表面에 Crack이 나타나고 그 後에는 吸收速度가 漸次減少相을 나타낸다. 그러나 3時間後에도 最大吸收時의 80% 程度는 吸收가 認證된다. 이것은 오로지 Crack에 의하여 생긴 새로운 고무面에 Ozone이 吸收된다는 것을 意味하는 것이다. 故로 Ozone Crack을 論議하는데 있어서는 伸長이 대단히 重要한 問題가 되는 것이다.

다음 그림 2의 防止劑混入試料를 보면 初期의 吸收速度는 꽤 크지만은 곧 減少되어 버리고 Ozonide 皮膜의 生成과 함께 2時間後에는 거의 吸收가 없어지고 Crack은 4時間이나 경과한 後에도 보이지 않는다.

Ozonide는 防止劑와 Ozone 및 고무와 Ozone 間에서 生成된다고 생각된다.

未伸長試料에 있어서의 Ozonide 層의 두께는 大端히 薄고 거의 100Å 또는 Isoprene 分子의 20倍程度의 값이라고 한다.

Ozonide 膜의 性質에 대하여는 아직 充分한 研究가 없는 實情이다.

4. Ozone Crack의 發生 Mechanism

黃化고무가 伸長試料에만 Ozone Crack을 生成하는 機構에 대하여는 많은 學說이 있다. 그리고 아직 明確치는 않지만 거의 다음과 같은 機構로써 Crack을 發生하는 것이라고 생각이 된다.

SBR 고무에 Ozone을 作用시켜서 電子顯微鏡으로 調査한 結果를 Andrews氏 등은 Ozone의 滲透速度는 未伸長試料보다도 伸長試料쪽이 빠르다고 發表하였다.

이 差異는 伸長에 의하여 表面積이 增大되어 微細한

Crack이나 凹部가 생기기 때문에 物理的인 原因에 의한 것임을 알 수 있다.

즉 缺陷部로부터의 Ozone의 滲透는 고무全體에 대한 擴散보다도 빠른것이다. 이 部分은 Random하게 分布되고 Ozone에 作用하면 Crack 發生의 部位가 된다.

Crack의 發生 및 成長은 다음 各段階를 거쳐서 進行된다.

- a) Crack 成長部에 대한 Ozone의 作用
- b) 二重結合과 Ozone의 反應→分子鎖切斷
- c) 分子鎖末端의 分離

3章에서 檢討된 바와 같이 Ozone에 고무가 反應하여 고무分子鎖는 切斷되고 分子鎖末端이 再結合되는 安定된 Ozonide (V)가 되고 Crack이 生成되지 않는다.

伸長試料에서는 切斷分子鎖末端이 再結合되기 어렵고 未伸長試料에서는 再結合되기 쉽다. 그리하여 前者에서는 Crack 發生과 成長이 보이나 後者에서서는 Crack이 보이지 않는다고 Newton氏는 생각하였다. 要는 分子鎖末端의 分離의 原因을 伸長이라고 생각하였다.

Braden氏 등은 分離된 고무分子鎖끝이 分離되는데 必要한 最低應力을 생각하고 이것을 臨界應力이라고 말하고 있다.

어느 경우이든지 間에 Ozone은 伸長試料의 缺陷部에 作用하고 그 部位의 分子鎖는 切斷分離되어 Crack 發生과 成長의 原因이되며 微視的인 Crack은 巨視的으로 成長하는 것이다.

伸長試料와, 未伸長試料의 Ozone 化反應機構는 서로 다른 것이다.

ozone이 고무에 作用하여 中間生成物과 Aldehyde를 生成하게 되나 兩者가 再結合하면 Ozone 化合物이 生成하여 그後의 Ozone의 作用을 妨害하지마는 兩者가 反應되기 前에 分離하면 Ozone 化合物이 生成되지 않는다. 따라서 伸長고무의 경우에는 重合型 Ozone 化合物 또는 過酸化合物이 主된 生成物이되어 現象의으로 Crack이 나타난다.

5. 伸長과 Ozone Crack과의 關係

伸長이 커지면 Crack 數는 增加하나 Crack의 깊이와 크기는 적어진다. 例를 들면 5% 伸長에서는 淺고, 큰 Crack이 數個가 生成하는데 不過하나 100% 伸長에서는 淺고 적은 Crack이 無數히 생겨서 오히려 實害는 없어지는 것이다.

一般的으로 10~20% 程度의 伸長에 있어서 Crack이 가장 極甚하다고 말하고 있다. 그리고 主觀的인 觀察이기는 하나 數 및 크기와 길이등을 總合的으로 評價해봐도 亦是 이때에 第一 Crack이 甚하다는 感을 주

는 것이다.

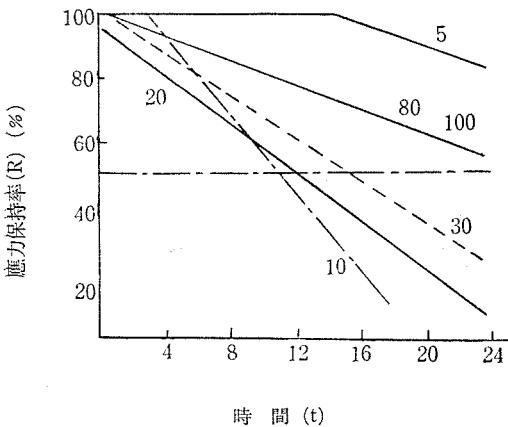
低伸長에 대해서는 4章에서 이미 말한바와 같이 缺陷部는 극히 적게 存在하고 切斷分子鎖末端的 分離도 不完全하므로 大體의 巨視的인 Crack은 僅少하나 Crack部分에 伸長은 局部分化되고 Ozone의 攻擊은 이러한點에만 계속 集注된다.

그리하여 低伸長에서는 적고 깊은 Crack이 發生한다.

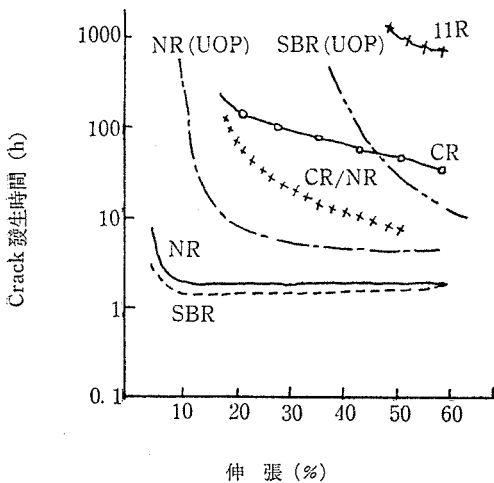
이에 反하여 高伸長에서는 攻擊點의 數는 增加하고 切斷分子鎖 끝의 分離도 일어나기 쉬우며 Crack의 數가 많이 發生한다.

그러나 每 Crack의 平均伸長은 적게 되고 各 Crack의 成長速度 또한 적고 Crack은 얇고 적은 것이 된다.

高野氏等은 두께 1mm의 SRB 黃化 고무 試驗室의 Ozone 氣流中에서의 應力緩和를 測定하고 그림 3의 結果를 얻었다. 伸長의 差에 수반된 緩和曲線의 差는 上述한 現象과 恰似하다.



(그림 3) SBR의 Ozone 氣流中의 應力緩和에 주는 伸長의 영향(25pphm 30°C)



(그림 4) Crack 發生期間과 伸長(50pphm 20°C)

즉 5% 伸長에서는 14時間동안은 緩和가 보이지 않고 그 사이에 Crack이 發生할 때까지는 誘導期間이라고 보여진다.

時間과 함께 直線的으로 應力이 減少되어 간다. 直線의 Slope은 Crack의 成長速度로 볼 수 있다. 10~20%에서는 誘導期間이 極히 짧게되고 成長速度도 큰 것이다. 30~100%에서는 誘導期間은 없고, Crack의 發生이 빠르게 일어나나 成長速度는 極히 적은 것이다.

結局 어느 期間에 있어서의 應力緩和速度는 10~20% 伸長의 경우가 第一 큰 것이다. Ozone 濃度가 다르면 上記誘導期間及 成長速度도 變化한다.

그러나 伸長이 어느 程度 以下가되면 Ozone Crack은 發生하지 않게 된다.

이 伸長을 臨界伸長이라고 말하고 있다. 이 現象의 定性的인 解釋은 可能한 것이다. 그림 4는 各種黃化 고무의 Crack 發生時間과 伸長과의 關係를 나타낸 것이다.

耐 Ozone 性 고무일수록 臨界伸長이 커지고 또한 防止劑가 添加된 NR나, SBR의 臨界伸長이 크게 增加되는 것을 알 수 있다. 臨界伸長은 Ozone의 濃度依存性이 있으므로 一義的인 定義는 不可能한 것이다. 大氣暴露時의 防止劑의 臨界伸長에 주는 영향은 표 1에 나타난다. 防止劑의 種類는 그 差가 相當하다. ETDQ나 CPPD는 거의 向上되지 않으나 WAX의 영향은 크다는 것을 알 수 있다. 또한 前記 그림 3에서는 臨界伸長은 5%以下임을 알 수 있다. 臨界伸長은 Ozone 抵抗性의 尺度가 되고 臨界伸長은 클수록 耐 Ozone 性도 크고 強한 材料가 되는 것이다.

[표 1] 臨界歪 (static) 大氣暴露

防止劑(2PHR)	A	B
Control	4~6	10~5
IPPD	8~12	約 100
DOPD	約 40	—
DMHPD	40~50	約 150
ETDQ	6~8	約 150
BPD	約 10	>150
CPPD	6~8	約 150

A : NR(wax 없음) Carbon Black 配合
 B : NR(wax 있음) Carbon Black 配合

實用的인面에서 고무製品은 그다지 큰 變形을 받지 않는 것이 大部分이며 예를 하나들면 臨界伸長이 20% 程度의 材料에서는 거의 Crack의 念慮가 必要없게 되는 것이다. 臨界伸長에 對하여는 臨界應力을 前記 Braden氏 등이 主唱한 것이다.

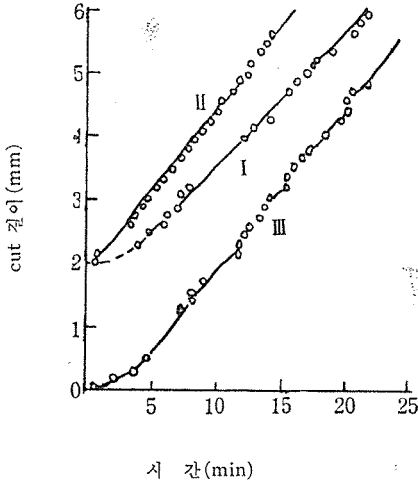
試料엔 Cut을 내고 다른 部分은 Ozone의 作用을 받

지 않도록 耐 Ozone 性이 강한 皮膜을 얹히고 Ozone 氣流中에 넣어서 伸長하여 單一 Crack의 成長을 觀察 하였더니 Cut의 成長速度는 주어진 힘이 어느 臨界值

以上이 되면 應力과는 無關係라는 事實을 알게 되었다 (그림 5).

臨界應力の 크기는 고무의 表面狀態와 黃化度에 의 하여 決定된다. (표 2 參照)

(그림 5)



- I) Cut 2mm
- II) Cut "
- III) Cut 없음 (I)과 같은 方法

[표 2] 表面狀態와 最低應力

表面狀態	必要應力(kg/cm)
1) Sheet에서 잘라 낸 것	0.45~0.9
2) 機械말힘면의 mould	0.8
3. 研磨硝子面の Mould	2.4

黃化도가 다른 試料의 臨界貯藏 Energy의 값(約 100erg/cm²)이다. Ozone 濃度 及 고무의 種類에 無關係이다. 이 Energy는 分離된 고무分子 鎖 끝이 分離되는데 必要한 Energy 값이다.

分解된 고무의 界面 Energy의 約 2倍이다. Ozone 不在下에 있어서 Crack 擴大에 要하는 Energy는 大體 히 큰 것이며 (10⁸ erg/cm²) 고무의 網目構造는 機械的으로 破壞되는 Energy에 相當한다.

臨界應力 또는 臨界伸長 따위의 어느 것이 Crack 發生에 寄與하는 가는 아직 不明이며 今後의 연구에 기대하지 아니하면 아니되는 實情이나 實用上으로는 伸長이 便利하므로 主로 臨界伸長이 利用된다.

(次號繼續)

金言

자기 혼자 힘으로는 큰일을 할 수가 없다

組織生活에 있어서 가장 중요한 敎訓의 하나는 자기 혼자서는 극히 작은일 밖에 할 수 없다는 사실이다.

때로는 혼자서 組織을 만드는 경우도 있고, 또 大會社의 長도 될 것이다. 그러나 자기의 成果나 進歩는 다른 사람의 助力에 의하는 경우가 많다.

20世紀의 前半에 있어서 「알버트·아인슈타인」博士만큼 科學의 進歩에 커다란 貢獻을 한 사람은 없을 것이다. 그런데 그도 다음과 같이 말했다. “歷史上의 偉大한 科學的發見을 볼 때 나의 일이 達成된 것은 많은 사람의 도움이었다는 것을 깊이 느낀다”

組織속에 있는 사람중에서 經營담당자야말로 자기가 部下에게 依存해 있다는 것을 眞實히 認識해야 한다. 獨裁者는 高壓의인 方法으로써 때로는 成功할 것이다. 그러나 그 자신이나 組織에 있어서의 負擔은 측량할 수 없는 것이다. 獨裁者의 강력한 「페이스」가 무너지다든지 警戒할 때 그는 危險에 빠진다.

자기편이 되어줄 사람을 모두 물리쳤기 때문에 위기가 닥쳐도 支持해 주는 사람이 없다. 자기 혼자서 무엇이나 하려고 하는 것은 그릇된 일이다.

<리처드·C·앤더슨著「매니지먼트·스트라티지」에서>

生産하자 優良商品 몰아내자 不良商品