

스 코 치(Scorch) 第1회

李 賢 五※

目 次

- 1. 緒 言
- 2. Scorch의 定義
- 3. Scorch에 영향을 미치는 여러가지 因子
  - i) 내림條件과 Scorch
  - ii) Blend와 Scorch
  - iii) 氣溫 及 水分과 Scorch
  - iv) 配合劑와 Scorch
  - v) 基本工程과 Scorch의 基準
  - vi) Scorch의 時間 溫度 係數
  - vii) 其他 因子
- 4. 試 驗 法

1. 緒 言

우리 人間社會에 있어서 言語는 思想의 表現이며 意思傳達의 文化道具로서 없어서는 아니 되는 것이라고 생각되고 이 言語를 記錄하고 널리 傳達하기 위하여 文字를 創造하게 된 것이라 思料 된다.

그러나 俗談에도 있는 바와 같이 “벨은 말은 다시 좇아 담을 수가 없다”는 말 처럼 말의 誤傳 및 文字의 잘못된 解釋은 像想 以外로 큰 禍를 免치 못한다는 事實은 이 世上에서 非一非再한 것이다.

一 예를 들어 본다면 잘못된 通譯이 人間의 貴重한 生命을 左右한다든지, 같은 文字를 가지고도 경우에 따라서는 그의 解釋이 거의 反對의 意義를 나타낸다든지 또는 文字에 對한 見解差異로 因하여 論難點에 錯覺을 招來하여 無用하게도 많은 時間을 浪費하게 된다든지 하는 따위의 번거로운 結果를 가져 오게 되는 것이다.

이러한 點은 특히 自然科學을 專攻하는 우리들에게

더욱 더 切實함이 皮膚에 까지 느껴지지 않을 수가 없는 實情이라 아니할 수 없는 바이라고 생각되며 特別 自然科學의 術語는 “수박 걸핍기 식”의 概念的인 解釋만으로는 그의 使命을 다 할 수 없을 뿐 만 아니라 오히려 씻지 못할 큰 過誤를 犯하게 되므로 絕對禁物이라는 것을 銘記하지 않으면 아니 되리라고 생각되는 바이다.

그 理由로서는 自然科學用 術語는 自然界에서 일어나는 여러 가지 現象과 서로 서로의 關聯性을 갖고 그 關聯性은 一定한 因果法則이 正確하고도 精密化된 事項으로 實際와 原理에서 벗어나지 않는 確固不動한 眞理에 立脚하여 이루어지기 때문이라고 생각되기 때문이다.

그러하므로 우리 科學者나 技術者들은 自然現象을 代辯하는 術語의 참다운 解釋을 自己의 것으로 體得하는 한便 그의 因果關係 속에 흐르는 一貫的인 眞理를 窮明 把握하므로써 새로운 創造를 이룩할 수 있기 때문이라고 생각되는 바입니다.

故로 우리 나라와 같이 1976年을 向하여 工業立國으로서 上位中進國을 이루기 爲하여 一路邁進하고 있는 이 때에.

科學人이나 技術人의 使命感은 過去 어느 때 보다도 더 重大하고 莫大한 責任感을 完遂하여 子孫萬代에 後悔됨이 없이 하는 한편 莫重한 任務을 實現하는데에는 術語의 概念的인 理解에 끝이지 말고 그 術語의 眞意를 파악할 수 있는 참다운 理解가 急先務라 아니할 수 없으며 이 또한 世界各國의 術語制定事業이 學國의 人事業으로 推進되고 있는 理由中의 하나이라고도 할 수 있는 것이다.

즉 換言하면 科學하는 힘의 養成이 時急하다 아니할 수 없는 것이다.

그리하여 筆者는 고무工業에 從事하는 技術者이면 每日 같이 부닥치며 親密感도 가지고 있으면서도 하나

※ 仁荷工大. 合成고무研究室

의 頭痛꺼리가 되는 “Scorch”라는 現象과 같은 여러 가지 課題로서 讀者 여러분을 모시고 上記 趣旨에 따라 고무用 術語講座를 開設하는 바이다.

近來 고무工業에 있어서 特히 激増하는 需要供給에 의한 合理化에 따라 高溫, 短時間 加黃 때문에 加黃이 빠른 配合고무가 要求되는 反面 基本工程에 있어서 석내림, 押出 및 calender 裝置의 能率化 때문에 配合고무는 高溫에서의 熱履歷(heat history)을 받아 漸次로 scorch 되기 쉬운 狀態에 놓여지는 것 같이 矛盾된 問題가 速出되게 되어 現場 技術人의 하나의 頭痛꺼리가 되어 있는 實情을 否定키 어려운 點이라 하겠다.

고무가 scorch 를 일으키기 시작하면 으레히 可塑性을 變化시키고 彈性體를 形成케 되므로 化學的으로 고무와 加黃劑와의 結合을 生成하게 되므로 scorch 와 加黃狀態判定法 또는 可塑性測定法과도 不可分의 關係가 成立된다.

그리고 scorch 의 測定法은 存在하여도 配合고무가 받는 加工條件이 千差萬別로서 各 工程에 있어서 scorch 를 正確히 再現시키기가 困難하며 絕對인 것이 못되는 것이다.

따라서 加工條件의 充分한 解析이 必要하게 되는 것이다.

Scorch 에 對하여 裝置上의 問題를 論議하고 있으나 많은 경우가 配合面에 考慮가 행하여져 모든 경우에 適合하게 된다는 것 보다도 裝置에 適合한 配合으로하는 것이 合理的이라고 생각된다.

配合面에서는 加黃劑나 加黃促進劑와 같은 加黃作業及 scorch retarder 단의 問題만이 아니고 充填劑나 軟化劑에 對하여도 考慮할 必要가 있게 된다.

Scorch 는 加黃初期의 現象이므로 加黃速度, 最適加黃과의 關係가 생기게 되는 것이다.

## 2. Scorch 의 定義

고무工業에 있어서 一般的으로 고무의 基本工程은 軋內림, 석내림, calendering, 押出, 풀제조, 다시 여러 가지의 成形, 加黃工程으로 大別되고 있으나 最終製品이 되기 까지에는 加工中이나 貯藏中에 配合고무는 熱의 作用을 받아 可塑性을 잃고 彈性을 나타내어 加工을 不可能하게 할 뿐만 아니라 製品의 品質을 低下시키는 것이다. 이와 같은 現象을 scorch(탄다 或은 早期加黃)라고 말하고 고무의 加黃의 初期現象이다.

Scorch 때문에 생기는 材料의 損失은 相當한 것으로 고무製造 工程管理上 重要한 問題이다.

## 3. Scorch 에 영향을 미치는 여러 가지 因子

### i) 내림條件과 Scorch

天然고무에 있어서 高溫 軋內림의 것은 低溫 軋內림의 것보다 scorch 의 傾向이 크고 高溫이 될 수록 顯著하다.

同一한 軋內림에 대하여 banburic mixer 을 使用하여 내림한 것이 open roll보다 scorch 가 빠른 경우가 있고 그 한편 天然고무配合에 있어서 scorch time 에 미치는 milling 의 効果는 mooney 粘度가 높은 配合고무보다 그의 scorch 의 傾向이 커지는 것이고 milling 溫度를 높이면 scorch time 은 늦어지는 것도 있다(Fig 1 參照).

以上과 같은 事實은 내림條件及 配合의 差에 따라 scorch 의 傾向이 다르게 되어지는 것이나 特히 내림條件及 그에 의하여 生成되는 可塑性의 變化가 scorch 에 顯著하게 영향을 주는 것을 나타내고 單只 配合만으로 Scorch 對策을 樹立할 수 없음을 가르쳐 주는 것이다.

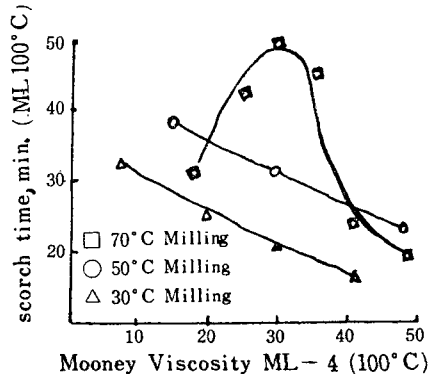


Fig. 1. Mooney 粘度와 Scorch 와의 關係

또한 NBR 가 軋內림 溫度에 따라 scorch 性이 다르게 되는 것은 分子解重合을 일으켜 酸化되기 때문이라 생각된다.

### ii) Blend 와 Scorch

各種 polymer 의 blend 配合에 있어서 내림작업 中 或은 貯藏中에 scorch 를 잘 일으키는 일이 있는데 그의 混用比는 SBR/NR 의 경우에는 一般的으로 50/50 에서 大體로 Scorch 가 빨라지며 CR/NR 에 있어서도 加黃作

業에 따라 펍 다르기는 하나 50/50 程度가 相當히 빨라진다고 한다.

그리고 他說에 의하면 blend 比로서 70/30 일 적에는 70의 쪽의 고무生地의 영향이 支配的이며 30의 고무가 scorch 傾向이 있다 하여도 이것이 主體가 되지 않으며 따라서 70/30 程度이면 70인 쪽의 scorch 傾向에 따른다고 생각해도 無妨하다고 생각되는 것이다.

### iii) 氣溫 及 水分과 Scorch

이 경우의 例로서 SBR의 white carbon 配合를 들어 보면 내림고무가 空氣中の 水分에 따라 呼吸하고 있다고 하듯이 大端히 乾燥되어 있을 적에는 水分을 放出하여 scorch time이 길어지나 反對로 高溫에서 내림한 것을 溫度가 높은 방으로 가져가면 이제까지 scorch time이 길었던 것이 空氣中の 水分을 吸收하여 scorch time이 짧아진다고 한다.

그 理由로서는 한말로 말하면 水分이 있어도 그 중에 鹽基性으로 解離될 수 있는 物質이 많으면 scorch 되기 쉽고 적으면 scorch 되기 어려워지는 한편 解離가 大端히 빨라지는 amine 類나 암모늄鹽이 들어 있으면 scorch는 더욱 이르기 쉬워지는 것이다.

이제 한기를 더 나아가 white carbon 中の 水分이 scorch에 關係가 된다든지 加黃를 遲延시킨다든지 하는 點에 對하여 생각하면 white carbon의 水分은 펍 複雜한 形態로 되어 있다고 생각되며 이것은 示差熱로서 測定할 수 있다고 생각되는 것으로 100°C 어느 點에서 平衡이 이루어져 있어 그 以上은 水分이 나오지 않으나 200°C에 오르면 水分이 나오게 되는 것이다.

濕式 white carbon의 경우에는 900°C 程度까지에서 水分이 나오는 수도 있다.

이것은 內部에 結合된 形狀의 水分이 나온다고 생각되나 所謂 附着水도 잘 달라 붙어 있는 수도 있다.

이와 같이 white carbon의 水分은 不安定한 것이므로 附着水만의 carbon black 경우와는 펍 다른 舉動을 나타내고 있는 것이다.

Carbon black의 경우에는 100°C에서 乾燥시키면 그것으로서 모든 水分이 除去되기 때문에 簡單하다. white carbon의 경우는 reversible로 水分이 出入되므로 이것은 溫度條件에 의하여 變하는 性質이 있기 때문이다 그리고 加黃에도 여러 가지의 영향을 주는 것도 이 複雜한 性質에 歸因되는 것으로 생각된다.

그의 一例로서 press 加黃에 適正한 것이 直接蒸氣加黃의 경우에는 大端히 빨라지는 加黃系가 있음으로 이것은 充分히 注意하지 않으면 아니되는 것이다.

조금 이야기가 다른 方面으로 흐르는 것 같지만 이 水分關係로 分散에 미치는 영향이 크다는 것은 配合劑

或은 고무中の 水分이 어느 程度 以上 含有되어 있으면 分散이 大端히 나쁘며 sheet로 하였을 적에 구멍이 생기는 事故가 일어나거나 促進劑가 粒狀化되어 있지 않을 경우에는 이것이 相當히 나타나는 것이다. Mg나 白艷華의 경우에도 含有 水分의 程度에 따라 pin-hole이 생기는 일이 있으므로 석내림이나 前處理에 注意하지 않으면 아니 된다고 생각된다.

그리고 氣溫이 높아지면 높아 질수록 scorch되기 쉬운 것은 勿論이다.

### iv) 配合劑와 Scorch

一般的으로 scorch 防止에는 scorch retarder 또는 보다 遲効性的의 加黃促進劑를 使用하는 일이 行해진다.

Scorch retarder로서는 大別하여 有機酸類(無水 phthalic acid, salicylic acid, 安息香酸, 능금산)과 芳香族 amine의 nitroso 化合物(N-nitroso cphenyl amine, N-nitroso phenyl-β-naphthyl amine, 重合 N-nitroso trimethyl-dihydroquinoline)이 使用되고 있다.

Amine系 retarder는 加工溫度에 있어서만 scorch를 遲延시키고 보다 높은 加黃溫度에서는 加黃을 遲延시키지 못한다.

이것에 對하여 酸系 retarder는 加工溫度 及 加黃溫度의 兩者에 있어서 遲延效果를 나타낸다고 말하고 있다.

이 事實이 絕對인 것은 아니고 配合고무의 內容 特別히 加黃促進劑系와 關聯이 있다. 모든 配合고무 또는 모든 加黃促進劑系에 있어서 retarder의 使用效果의 data는 없고 使用量은 大端히 重要な 것이다. 酸系 retarder는 많은 경우 低配合量으로서 scorch를 遲延시키나 高配合量으로 使用될 적에 scorch는 빨라지는 것이다. amine系 retarder는 配合量을 增大시키면 Scorch는 遲延되나 그의 遲延效果는 減少된다.

酸系 retarder의 경우 配合고무가 酸性, 例로서 植物系軟化劑를 使用하는 경우에는 그리 效果가 나타나지 않는 경우가 있다.

한편 芳香族 amine과 nitroso 化合物의 scorch 防止 效果는 nitroso 基가 2개 있는 것은 1개 있는 것에 비하면 1/2 當을로서 同等 以上の 效果가 있으나 加黃促進劑 또는 加黃劑에 의하여 scorch 防止效果가 크게 달라진다.

特別히 無黃黃化의 경우에는 效果는 거의 없으나 反對로 scorch가 일어나며 또한 無水 phthalic acid도 無黃加黃에는 效果가 없는 것이다.

Retarder와 加黃促進劑는 加工溫度에서 complex를 形成하고 加黃溫度에서 解離되어 加黃促進劑를 放出한다고 說明하고 있으나 N-nitroso phenyl amine과 各

種 加黃促進劑를 配合한 고무에 있어서 N-nitroso phenyl amine의 scorch 遲延機構는 加黃過程에서 解離生成物인 NO와 diphenyl amino radical에 의하여 이루어지는 것으로 생각되고 있다.

4 種의 超促進劑의 30, 50, 75°C에서 scorch의 比較結果는 Fig. 2와 같다.

그리고 30, 50°C에서 큰 順位의 變化는 없으나 75°C에서는 順位에 큰 變化를 나타낸다.

즉 30°C 附近에서 xanthate類는 dithio acid鹽類 便이 促進力이 크나 75°C에서는 反對가 되는 傾向이 있다.

그리하여 促進劑의 種類 及 促進劑併用の scorch性은 溫度에 의하여 다를 수도 있으므로 充分히 使用溫度를 考慮하여 促進劑를 選擇하지 않으면 아니 된다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 加黃溫度係數를 2로 하여 50°C의 scorch time 보다 30°C의 scorch time을 推定하면 實際의 경우는 推定值 보다 相當히 긴 時間을 必要로 하게 된다.

SBR의 配合에 있어서 各種 加黃促進劑의  $t_5$ ,  $t_{430}$  mooney 粘度計에 의한 最適加黃時間과 press 加黃에 있어서 最適加黃時間의 關係를 Table 1.에 表示한다.

Scorch time이 빠른 加黃促進劑는 반드시 加黃速度가 빠르다고는 말할 수 없으며 加黃促進劑 CZ는 scorch time이 길어도 加黃速度가 빠르고 加黃促進劑 DM은 加黃促進劑 CZ와는 反對로 Scorch time과 加黃速度

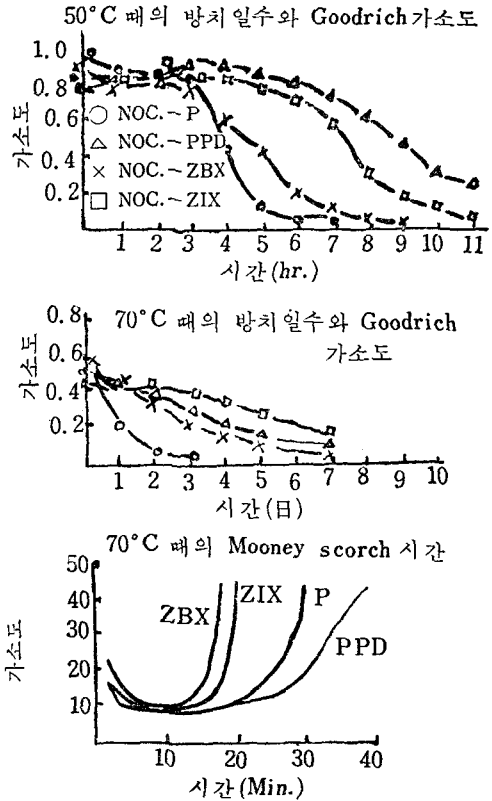


Fig. 2. 各種 超促進劑 配合고무의 各 溫度에 있어서의 Scorch性

Table 1. 各種 促進劑의 Scorch time과 最適加黃時間

溫 度	促進劑名	$t_5$	$t_{430}$	$t_5+10t_{430}$	$t_0$ P.C.M.	$t_0$ P.P.C.
135°C	CZ	24'22"	2'21"	48'	38'	40'
	MSA	36'57"	4'26"	81'	54'	60'
	PSA	29'43"	10'05"	131'	64'	70'
	MDB	19'57"	51'02"	70'	38'	40'
	64	16'40"	3'33"	52'	38'	40'
	DM	18'54"	4'20"	62'	78'	70'
145°C	CZ	11'18"	1'44"	32'	21'	25'
	MSA	20'40"	3'15"	53'	30'	35'
	PSA	15'36"	5'14"	68'	36'	40'
	MDB	11'36"	2'59"	41'	22'	25'
	64	10'08"	2'14"	32'	24'	25'
	DM	10'24"	2'43"	38'	40'	40'

註:  $t_5$ : 最低 Mooney 값 보다 5 point 上昇까지의 時間

$t_{430}$ :  $t_{35}-t_5$

$t_5+10t_{430}$ : Mooney 粘度計에 의한 最適加黃時間 推定值

$t_0$  P.C.M.: Curastometer에 의한 最適加黃時間 推定值

$t_0$  P.P.C.: Press cure에 의한 最適加黃時間

는 반드시 相關性이 있다고도 말할 수 없으며 配合上에서 注意하지 않으면 안된다는 것을 나타내고 있다.

Scorch 時에 고무中에서 일어나는 構造變化에는 加黃反應과 baund rubber의 生成이 있다. 充填劑가 없는 경우는 scorch는 고무와 黃의 結合만에 의한 것으로, 結合黃이 0.5%가 되면 scorch가 일어나는 것이다

Carbon 配合에서는 carbon black이 pH가 높으면 scorch가 빠르고 carbon gel의 生成이 scorch를 빠르

게 하는 것이고.

또한 scorch time은 carbon black의 Structure 發達度의 增加에 따라 짧아지나(Fig. 3 參照) 석내립時, 押出時에 配合고무는 剪斷力을 받아 carbon black의 壓縮破碎에 의하여 當然히 發熱을 發生하고 그 때문에 고무의 硬化及 scorch time의 短縮化 傾向을 나타내고 high structure에 의한 硬化現象이 다시 助長된다고 생각된다.

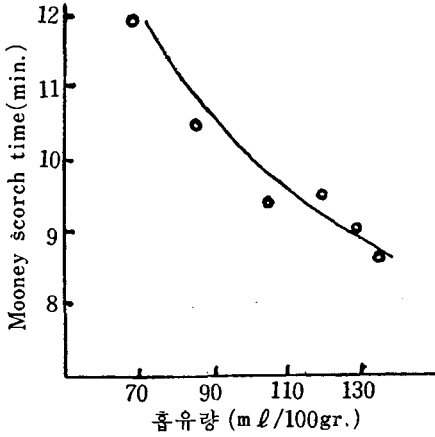


Fig. 3. Carbon black 吸油量과 Mooney viscosity

軟化劑인 pine tar 따위의 rosin 酸을 含有하는 植物系軟化劑를 配合한 고무와 石油系 軟化劑를 配合한 고무에 比하여 scorch time이 긴 것이다.

軟化劑를 多量으로 配合하면 scorch time은 길어지나(Fig. 5 參照) 軟化劑 添加量比와 mooney 粘度 10 point 上昇시키는데 要하는 時間 t<sub>10</sub>의 關係는 Fig. 4와

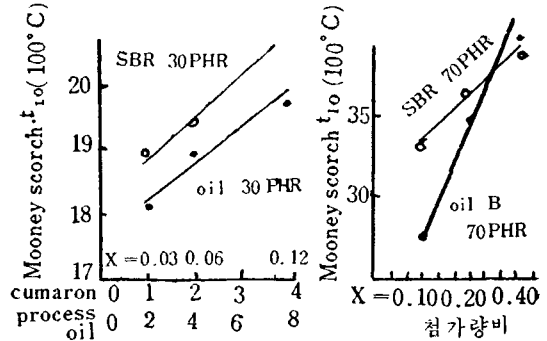


Fig. 4. 軟化劑量과 Mooney viscosity

같다.

그리고 아래 式으로 나타낸 例도 있다.

$$t_{10} = A + \alpha \times (\text{SBR, oil, 各各 } 30\text{phr의 配合} \times \geq 0.12)$$

$$t_{10} = A' + \alpha' \log \times (\text{SBR, oil, 各各 } 70\text{phr 配合} \times \geq 0.40)$$

上式은 一般的으로  $t_{10} = t_{10}^0 \exp(KX')$

t<sub>10</sub>: 軟化劑類가 配合되지 않을 때의 t<sub>10</sub>

X': 고무 1에 對하여 軟化劑의 混入比率

K: 軟化劑의 加黃의 遲速에 미치는 影響을 주는 因子

K > 0 일 적에 加黃은 늘어지고

K < 0 일 적에는 加黃은 빨라진다.

充填劑 配合量의 加黃速度에 對한 影響은 加黃開始 前의 加黃速度 所謂 scorch time에 對하여 크고 加黃開始後의 加黃速度에 對하여 적은 것이다. 그리고 充填劑中에 重質炭石과 輕質炭石(例로서 白艶華 CC)에 있어서 後자가 scorch 되기 쉬운 理由는 어디 있는지에 對하여는 다음과 같이 說明하고 있다.

즉 大體로 表面處理하는 炭石은 輕質의 微粒子炭石이 主가 되어 있으므로 이것에는 거의 鹽基性의 消石灰가 들어 있게 되는 것이다. 故로 白艶華 CC와 같이 表面을 stearic acid로서 coating 하였더라도 고무配合中의 水分에 의하여 消石灰의 鹽基性을 나타내게 되는 것이다.

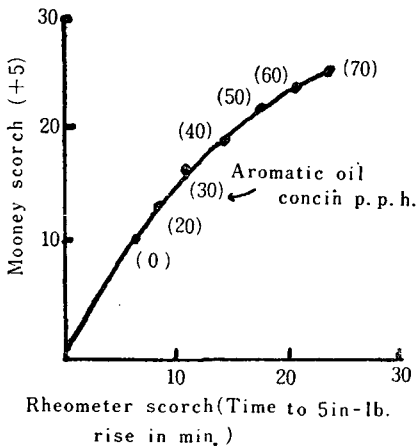


Fig. 5. Mooney와 Rheometer Scorch 時間 關係에 있어서 Aromatic oil 配合量

炭酸石灰에 이와 같은 鹽基性的 것을 함유하면 그것은 加黃이 빨라지는 것은 常識인 것이다. 따라서 高溫 내림이나 高熱加工을 하면 重質炭石보다 scorch가 되기 쉬운 것이다.

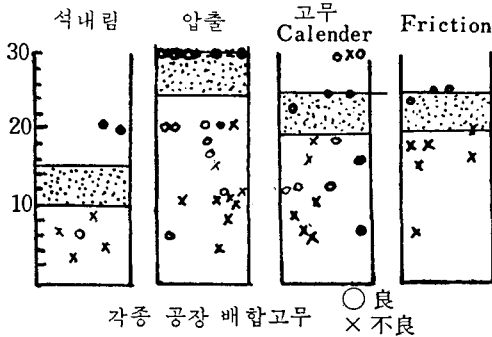


Fig. 6. 工程에 있어서 Scorch 와 Mooney scorch 와의 關係

黃 及 促進劑 따위의 混入에 있어서 低溫 또는 高溫 어느 쪽이 効果의으로 될 것인지에 對하여는 scorch 와 問題가 되기 때문에 너무 高溫에서는 危險하다고 생각되나 一般的으로 融點보다도 조금 높은 쪽이 좋으리라고 생각되고 單只 融點이 大端히 높은 促進劑는 오히려 溫度을 낮추는 것이 좋으며 shear 가 걸릴 수 있는 狀態에서 내림하는 것이 좋다고 생각된다.

v) 基本工程과 Scorch 의 基準

各種 基本工程에 있어서 工場 scorch 와 mooney scorch 와의 相關性은 Fig. 6 과 같다. 工場操作을 행하기 위하여 安全한 mooney scorch time 은 最小 下記와 같다.

Banbury Mixer 時	10~15 分
押出時	25~30 分
Calendar 時	20~25 分

Table 2. 各種 工程의 溫度에 미치는 季節의 영향

	冬季로부터 夏季에의 溫度上昇
冷 却 水	11.1°C
一般 내림실의 溫度	13.9~16.7
Banbury 取出口의 溫度	8.3~16.7
석내림 Roll 의 溫度	5.6~11.1
Banbury 로 부터 나온 配合物	큰 變動은 없다
豫熱 Roll 위 에 配合物	2.8~8.3
押出配合物의 溫度	5.6~11.1
Calendar 및 押出機內의 配合物	5.6
Calendar 內의 配合物	0~5.6
容器內에 들어가는 配合物	5.6

上述한 許容 scorch time 은 裝置의 變更에 따라 變化되는 것으로 絶對인 것은 아니고 各種 工程에 要求되는 scorch 性의 大體인 標準이 되는 것으로 생각하면 妥當한 것이다.

勿論 이러한 것의 條件은 氣溫에 따라서도 支配되는 것이다.

各 工程에 있어서 季節에 따라 溫度差의 一例을 Table 2. 에 나타냈다.

10~20°C 의 氣溫差는 當然히 생각하지 않으면 안된다고 생각된다.

그 위에 scorch time 에 미치는 測定溫度의 영향은 scorch time 溫度係數가 溫度가 낮게 되는데 따라 크게 되는 傾向이 있으므로 溫度上昇度가 커지면 커질수록 즉 高溫이 될수록 scorch 는 빨라질 可能性이 있을 것을 나타내므로 充分히 考慮 할 必要가 있다.

耐 scorch 性과 scorch 에 의한 scrape 損失과의 關係

에 있어서 mooney scorch time 을 2 倍로 하면 工場의 scorch 에 의한 損失은 半減되는 것이라고 한다.

Scorch time 을 決定하는 方法으로는 大體로 加黃系例를 들면 加黃促進劑에도 普通促進劑, 超促進劑, 超超促進劑, 遲効性促進劑 따위의 여러 가지가 있으므로 이러한 것들의 基礎 data 에 따라 判定할 수 있는 것이다.

萬一 calendar 일이나 押出일에서 scorch 를 일으키지 않고 보다 加黃을 빠르게 할 적에 즉 作業條件으로는 calendar 溫度가 150~160°C, 加黃은 140~150°C 에서 10~20 分의 適切한 加黃系는 어떠한 것이 될지에 對하여 생각해 보면 이 경우에는 遲効性促進劑 例로서 MSA 나 CZ 따위의 sulphen amide 系를 使用하는 것이 좋으며 作業條件으로 加黃溫度가 處理溫度보다 낮기 때문에 相當히 빠른 速度로서 calendar 을 通하거나 押出速度을 꼭 빠르게 하는 따위가 必要하게 되

는 것으로 생각된다. 그렇게 하면 促進劑의 誘導期間 사이에서 일을 마치기 때문이라고 생각된다.

또한 未加黃 고무가 어느 程度 scorch 되어 있는가를 roll 에 걸지 않고 알려면 다음과 같은 두 方法을 생각 할 수 있다.

그의 하나는 溶劑에 生地을 곱게 잘라서 넣어 보면 scorch 되지 않은 것은 溶劑에 잘 녹으나 scorch 되어 있는 것은 不溶이 되기 쉬우므로 이것으로 判斷하는 方法이고, 다른 하나는 加黃試驗機를 使用하여 簡單히 알 수 있는 것이다.

그러므로 Fig. 7을 보면 어느 配合의 加黃試驗을 하여 A와 같은 curve을 얻었다고 하자 이 未加黃 고무를 例로서 70°C의 oven에 넣고 이것을 每日 廿네어 試驗機에 걸어 보면 그림의 BCDE와 같이 inductance time 쪽에 짧게 되어 가는 것이다. 한번 이러한 事實을 調査해 두면 이 附近에 오면 그 뒤는 며칠 程度는 問題되지 않는 것을 알게 된다.

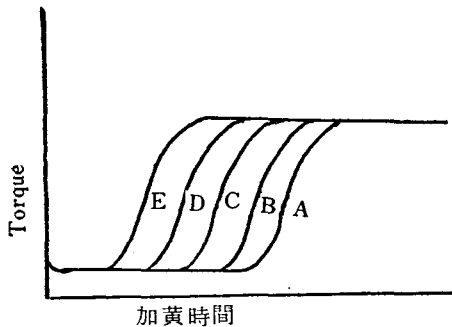


Fig. 7. 加黃試驗機에 의한 Scorch 判定

### vi) Scorch 의 時間溫度 係數

Scorch 에 있어서 溫度와 時間과의 關係는 많이 檢討되고 있는 것이다.

#### Mooney 粘度計을 使用하는 경우

Scorch time(t)의 對數  $\log t$  와 測定溫度를 絕對溫度로 換算한 逆數  $\frac{1}{P}$  을 graph 上에 plot 하면 溫度가 높아지는데 따라 point 에 쫓아 直線關係에 있는 것으로 보고 時間-溫度係數을 計算하면 press 加黃에서 求한 값 보다도 꽤 낮아지는 것이다. 그렇기 때문에 測定時의 試驗室의 熱傳導 마위에 의한 time rag 을 생각할 必要가 있다. 이것을 2分으로 하면 (t-2)의 對數와 絕對溫度의 逆數  $\frac{1}{P}$  과의 사이에는 直線關係가 얼어진다. 그리 하여 能率의으로 配合고무의 活性 energy 을 求할 수 있으며 時間-溫度係數는 活性化 energy 로 부터 算出한 쪽이 誤差가 적다. 또한 加黃溫度係數는 Table 3 과 같이 溫度가 낮으면 낮을 수록 커지는 것이다.

Griffith, 可塑度計의 경우: 時間-溫度係數을 算出하는 경우도 mooney 粘度計의 경우와 같이 timerag 2分의 補正이 必要하게 된다.

時間-溫度係數을 mooney 粘度計 및 TSR 型 curastometer 에 의하여 求하면

- (1) 時間-溫度係數가 낮을 수록 커진다.
- (2) Mooney 粘度計에 의한 係數는 curastometer 및 300% 引張應力으로 부터 얻은 係數보다 큰 값을 나타낸다.
- (3) 加黃促進劑에 따라 時間-溫度係數는 若干 다르다.

Table. 3. 加黃 및 Mooney scorch 에 있어서 活性 energy 및 加黃溫度 係數

		配合 No.1	配合 No.2	配合 No.3	
Press 加黃	活性化 energy(E) Kcal/mole	20.6	21.2	18.7	
	加黃溫度 係數( $\alpha$ )	實驗值 溫度範圍 110~130°C	1.99	2.01	1.84
		計算值 { " 110~120	1.98	2.02	1.86
		" 120~130	1.94	1.98	1.38
Mooney scorch	活性化 energy(E) Kcal/mol	20.6	21.1	18.7	
	加黃溫度 係數( $\alpha$ )	實驗值 溫度範圍 80~110°C	2.14	2.21	1.98
		" 80~90	2.27	2.31	2.10
		" 90~100	2.13	2.17	1.99
		" 100~110	2.07	2.10	1.93
		計算值 { " 110~120	1.98	2.02	1.86
		" 120~130	1.94	1.97	1.83
		" 130~140	1.86	1.89	1.76
		" 140~150	1.81	1.83	1.71

따라서 研究上 精密을 要하는 경우에는 個個의 配合에 對하여 時間-溫度係數를 求할 必要가 있다.

一般的으로 어느 溫度에서 scorch time의 推定은 時間-溫度係數로서 거의 取扱하여도 좋으나 Fig. 2에 나타난 바와 같이 50°C에서 얻은 scorch time보다 時間-溫度係數 2.0로 하여 30°C의 scorch time을 推定하면 實測值보다 相當히 짧은 時間을 나타내므로 常溫의 溫度範圍까지 擴大하여 使用할 수는 없는 것이다

vii) 其他의 因子

Fig. 8과 같이 고무는 첫내림으로부터 加黃까지 여러 가지 溫度에서 여러 가지의 時間으로 熱處理를 받으므로 이러한 累積이 scorch time을 짧게 하는 形式으로 만들고 있다. 따라서 heat history의 甚한 것일수록 scorch time이 短縮되므로 보다 긴 scorch time을 가진 compaund<sub>1</sub>을 設計하지 않으면 않된다.

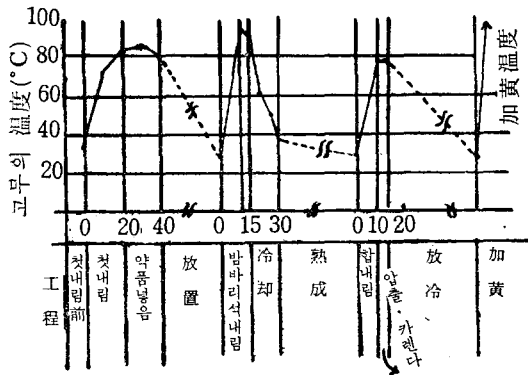


Fig. 8. 原料고무의 加工時 熱履歷

그리고 고무풀이 scorch 되는 일이 많으나 그 理由는 一般的으로 역시 그 配合의 scorch time이 짧은데 있다고 생각되나 고무풀에 對하여는 溶劑의 種類에도 달려 있음으로 注意하여야 하며 極性溶劑에서는 一般的으로 scorch가 되기 쉽다고 한다.

다음으로 scorch와 carbon scorch에 對하여 그의 區別, 原因, 그의 對策 따위에 對하여 생각하여 보기로 하자.

이 兩者의 區別은 黃이나 促進劑가 들어 있지 않아도 일어나는 것이 carbon scorch이며 carbon master batch의 경우가 이에 속하는 것이다.

그리고 그의 原因은 아직 Carbon과 고무와의 詳細한 反應을 모르고 있기 때문에 明白한 것을 말할 수는 없으나 一種의 化學反應, 或은 一種의 架橋라고 하는 定說로 되어 있는 듯한 것이다. 그리하여 carbon gel

이 全部 化學的으로 結合되어 있는 것이라고 생각되는 가 하면 반드시 그런 것도 아니며 物理的인 結合과 같은 것도 들어 있다고 생각된다.

Carbon gel의 測定法도 溶劑에 녹지 않는 部分을 測定한다면 單只 그의 程度를 알 수 있다.

그리고 carbon scorch를 防止하는 方法으로는 補強性이 높은 充填劑이면 carbon에만 限하지 않고 반드시 생겨야 되는 것인데 特別히 天然고무와 같이 機械的, 化學的 切斷을 일으키기 쉽고 결국 radical이 생기기 쉬운 고무와 補強性이 높은 充填劑을 高溫에서 混合하면 絶對라고 할 수 있을만큼 gel이 만들어지는 것이다. 單只 이것이 生成되는 方法이 하나의 化學反應의 一種임으로 溫度에 強하게 支配되므로 따라서 可能한 限 낮은 溫度에서 行하는 것이 最大防止策의 하나이다.

그리고 普通의 老化防止劑는 그리 效果가 없으나 때에 따라서는 어느 程度 作用할 수 있다고 한다.

carbon과 고무를 混合하면 相當히 發熱되므로 식내림 뒤에는 可能한 限 빨리 冷却시키지 않으면 안된다.

그러면 한거름 더 나아가 scorch된 것을 푸는 方法에 對하여 이야기 해 보기로 하면 즉 scorch 程度에 따라 다르나 가벼운 scorch로서 表面이 나빠졌다는 程度이면 冷却시킨 roll에서 얇게 뽑으면서 stearic acid나 Renasit을 加해 주면 大體로 表面이 平滑하게 되어 먼저 狀態로 돌아가거나 몹시 scorch가 되어 덩어리가된 것은 이 方法으로는 原狀態로 되지 못한다.

그리고 以上은 天然고무, SBR, NBR, CR와 같은 極性고무에 있어서는 CR쪽은 역시 可塑劑를 加해 주어 얇게 뽑아서 내리면 完全하다고는 할 수 없으나 같은 程度로 풀 수는 있는 것이다.

NBR도 가벼운 scorch는 같은 方法으로 풀 수 있으나 IIR에 있어서는 最低 2時間 걸리려는 풀 수 있다고 한다.

또한 IIR의 경우에는 이와 같이 재내림한 편이 強力이 좋아지는 特徵이 있다고 한다.

어느 경우를 莫論하고 푸는 順序는 한쪽으로 잘 내림을 하여 망울을 壓潰시킨 다음 可塑劑나 作解劑를 넣어 주면 되나 그의 反對는 잘 내림이 되지 않는다고 한다.

다음으로 TT配合고무의 scorch性을 풀 때 無黃配合의 경우는 얼마든지 풀 수가 있으나 TT와 黃配合고무의 scorch는 풀 수 없다고 한다.

그리고 TT配合고무의 無黃配合인 경우는 絶對로 scorch가 일어나지 않는다고 한다.

그러나 TT配合고무로서 無黃配合인 경우에도 scorch가 일어난다고 하면 이것은 roll에 附着되어 있는 黃



이 조금이라도 混入되면 scorch가 일어나게 되기 때문이라고 생각된다. 또한 TT는 大體로 3~4% 정도이나 이것을 再生하면 alkali 再生은 다르나 油再生에는 TT의 分解物 monosulphide가 相當히 남은 再生고무가 되기 때문에 이것을 普通 配合에 넣어서 쓰면 곧 그 쪽이 scorch를 이르기 때문에 TT加黃物을 再生하여 使用하지 않는 쪽이 安全하다고 생각된다.

#### 4. 試驗法

Scorch 試驗法은 化學의 方法과 物理의 方法으로 大別할 수 있다.

化學的 方法은 加黃促進劑나 加黃劑 따위에 加黃效果나 併用效果, 其他의 配合劑와 加黃速度에 關한 영향 따위를 研究하는데 一部로서 行해지고 있는 일이 많고 現場의 고무管理를 目的으로 行해지고 있는 일은 적음으로 現場管理用으로는 適當치 않은 것이다.

化學的 方法으로는 結合黃을 測定하여 利用하는 方法, 配合고무의 未加黃, 加黃狀態를 溶劑에 의한 溶解를 利用하고 同時에 고무 중에 配合하여 粉末의 溶劑에 對한 分散에 의한 混濁度 判定에 의한 方法, 加黃에 의한 gel化의 外觀及 時間의 測定에 의한 方法이 있으나 어느 것이나 測定法이 複雜하고 不正確하다든지 scorch의 開始點이 不明白하다든지, 測定에 긴 時間을 要한다든지 하여 不適當한 것이다.

物理的 方法으로서는 modulus의 增加를 比較하는 方法이 있으나 配合에 영향되고 同一 modulus는 반드시 同一 加黃速度指數로 되지 않고, 또한 引張強度의 增加를 比較하는 方法은 역시 配合에 影響을 주고, 比率를 決定하기 爲하여 2個 또는 그 以上の 試料을 必要로 하는 것이다.

Scorch는 加工中에 可塑性을 喪失하고 彈性이 支配의이며 加工이 困難하게 되므로 따라서 物理的 試驗法의 많은 것은 可塑性의 加熱時間에 對한 變化度를 測定하는 方法에 따르고 있으므로 工場管理用에 適合한 것이다.

可塑性試驗機를 大別하여 壓縮型, 押出型, 剪斷型으로 分類되나 이러한 試驗機에 의한 測定結果는 各各 試驗機에 相當된 可塑性을 나타내고 있는 것이나 그것에 의하여 얻어진 값은 참된 意味에서의 可塑性을 나타내고 있는 것이 아니라 外壓을 加해 주었을 경우의 變形의 쉬운 즉 軟度나 剪斷粘度를 測定하는 것으로 可塑性의 一部를 나타내고 있다. 따라서 各種 可塑性計가 나타내는 可塑性이 一致되지 않는 것은 當然한 것이며 scorch time도 반드시 一致되지 않는다.

그리하여 各種 可塑性計의 어느 것을 採用할 것이나

는 加工設備의 scorch 狀態의 再現性, 測定의 迅速性, 簡便性, 精密度 따위에 따라 定해져야 되리라고 생각된다.

이곳에서는 紙面關係도 있고 하여 壓縮型, 押出型에 對하여는 省略하고 剪斷型의 特徵인

- i) 試料의 作成이 쉽다.
- ii) 精密度及 再現性이 良好하다.
- iii) 測定이 自動記錄되고 連續的으로 可塑性의 變化가 觀測될 수 있다.
- iv) 數個의 試料을 붙여서 測定할 수 있으므로 平均의 可塑性及 scorch 時間을 1회로서 測定할 수 있다.

現在 scorch 測定에 主로 使用되고 있는 mooney 試驗機에 대하여 이야기 하고자 하오니 많은 諒解가 있기를 바라는 바이다.

그의 原理는 一定한 空室內의 中央에 圓盤狀의 回轉板이 있고 그의 空隙에 高壓下에 놓고 回轉板을 回轉시키고 그때의 torque를 測定하는 것이다. 測定된 값은 純然한 剪斷粘度이며 이것을 mooney 粘度라고 불리운다.

結果는 時間 mooney 粘度曲線으로서 나타낸다. 이때에 L形 rotar를 使用하는 경우 mooney scorch time은 mooney 粘度의 最低 5 point를 上昇시켰을 때의  $t_5$ 를 取하고 S形 Rotar를 使用하는 경우 mooney 粘度의 最低值보다 3 point 上昇時의 時間  $t_3$ 를 取한다  $t_5$ 와  $t_3$ 는 거의 같은 값이라고 말하고 있으나 實測에서  $t_3$ 가 조금 길다고 한다.

또한  $t_{35}-t_3=t_{430}$ 을 測定하고 이것을 加黃係數라 말하고 이것이 各各의 配合의 加黃特性을 나타낸다.

最適加黃時間을  $T_c$ 라고 하면(Fig. 9 參照) 다음과 같은 關係式이 成立된다.

$$t_5 = t_m + \frac{1}{6}(T_c - T_m)$$

Mooney scorch는 各種의 係數를 써서 解析하는 方法이 있다. 즉 scorch 曲線을 그리면 時間에 對數를 橫軸에 取하고 測定溫度가 變化되어도 曲線의 形象이 그리 變化되지 않고 位置만이 橫으로 運動하기 때문에

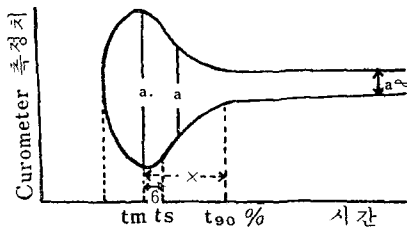


Fig. 9. Curometer에 의한 加黃曲線

便利한 것이다. 또한 scorch retarder의 scorch性及加黃에 영향을 評價하는데 比溫度係數( $Ar$ ), 比加黃度係數( $B_2$ ), retarder 効率(係數  $e, f, g, F$ 의 4種類)을 使用하는 方法이다.

各 係數는 다음과 같이 計算된다.

$$Ar = t_s / t_c$$

$t_s$  = 測定溫度  $s$ 에서 scorch time

$t_c$  = 測定溫度  $c$ 에서 scorch time

$c$ 와  $s$ 을 一定히 하면  $A$ 가 클 수록 加黃速度에 比하여 作業安全性이 크게 된다.

$$B_2 = t_{35} / t_5$$

$t_{35}$  = Mooney 값 35點 上昇時의 時間

$t_5$  = Mooney 값 5點 上昇時의 時間

$B_2 > 1$ 이며 1에 가까울 수록 加黃速度가 큰 것을 나타낸다.

Retarder 効率  $e = t_r / t_0$

$t_r$  = Retarder가 들어 있는 고무의 scorch time

$t_0$  = Retarder가 들어 있지 않은 고무의 scorch time

Retarder의 效果가 있으면  $e > 1$ 이다.

Retarder의 効率  $f = e_s / e_c$

$e_s$  = 測定溫度에 있어  $e$

$e_c$  = 測定溫度에 있어  $e$

$f > 1$ 인 경우 retarder로서 좋고  $f < 1$ 인 경우는 좋은 retarder가 아니다.

Retarder의 効率  $g = e_{35} / e_5$  (溫度一定)

$e_{35}$  = Mooney 값 35點 上昇時  $e$

$e_5$  = Mooney 값 5點 上昇時  $e$

$g > 1$ 이면 加黃이 빠르며  $e_5 > 1$ 이면 retarder로서 좋은 것이다.

以上の 係數中에서 한 配合고무의 scorch를 問題로 할 적에는  $t_{55}$ 及  $A_{55}$ , 基準配合과의 比較할 적에는  $e_{55}$ 及  $f_5$ 를 檢討하고 加黃까지도 合하여 생각할 적에는  $e_{35c}$ ,  $B_c$  또는  $e_{35c}$ ,  $g_c$ 도 檢討할 必要가 있다고 報告되고 있다.

近年에 이르러 scorch 狀態만이 아니고 다시 加黃狀態까지 連續的으로 迅速 또한 正確히 測定할 수 있는 試驗機가 登場되었다. 이 새로운 試驗機가 어느 것이나 一種의 動的試驗機이며 試料의 變形速度는 各各 다르나 剪斷變形을 주면서 加黃을 同伴하는 應力의 變化를 追跡하여 加黃의 進行을 曲線으로 나타내는 裝置로서 Curometer(英國), Vulcameter(西獨), Biscurometer(美國), Rheometer(美國), Curastometer(日本 JSR) 따위가 있고 原理는 다 같은 것이나 얻어진 曲線은 다르다고 한다.

Curometer, Vulcameter은 試料의 側面이 大氣에 接

해 있으나 加熱初期에 sponge化되고 酸素 따위의 外氣의 영향을 받기 쉬우나 또한 試料의 周邊은 中央에 比하여 溫度가 낮은 것이 缺點이다.

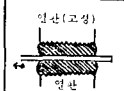
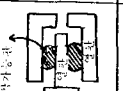
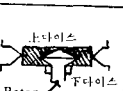
Curastometer, Rheometer는 試料가 加壓密閉되어 있으므로 上記와 같은 缺點이 적은 것이다.

Curometer는 應力振幅이 一定한 歪振幅을, Vulcameter, Curastometer 및 Rheometer는 振幅이 一定하며 應力振幅을 測定한다고 생각하여도 좋다.

그렇기 때문에 測定値은 加黃에 의한 고무의 彈性率의 增加와 함께 Curometer에서는 거의 反比例的으로 減少되고 Rheometer及 Vulcameter에서는 比例的으로 增加된다. 그리고 Curometer, Vulcameter及 Rheometer의 測定部 機構及 代表的 size는 Table 4와 같다.

上記 試驗機로서 測定한 Fig. 9, 10과 같이 加黃曲線을 나타내나 이러한 加黃曲線은 Fig. 11과 같이 일곱 가지 部分으로 나누어진다.

Table 4. 各種 加黃測定試驗機의 比較

	Curometer (Wallace社)	Vulcameter (Bayer社)	Rheometer (Monsanto社)
측정부의 약도			
시험편	두께 1mm×2枚	두께 2mm×2枚	10×51×51mm
진동 Cycle	14cycle/min	2 cycle/min	3cycl/min
변위	0~1mm	±0.1mm	±1°, ±3°, ±5°

이러한 曲線은 어느 것이든지 試料의 剪斷應力의 變化를 나타내고 測定値을 고무試料의 용수질 常數에 換算하여 plot시키면 고무用語에서 말하는 modulus curve의 一種이라고 말할 수 있다.

이러한 曲線은 여러 가지의 機構上的 相異點의 영향을 가지고 있으므로 同一하다고는 期待할 수 없는 點에 注意하지 않으면 아니 된다. 즉 이러한 曲線으로부터 얻어진 結果를 곧 公知의 物理量이나 加黃曲線에 結付시킨다는 것은 問題거리가 되는 것이다. Rheometer와 Vulcameter로서 測定된 加黃反應의 induction time (scorch time)에 가까운 意味를 갖는  $t_0$ 及 最適加黃時間의 90% 값  $t_{90}$ 과  $t_0$ 와의 差  $t_d = t_{90} - t_0$ 의 溫度依存

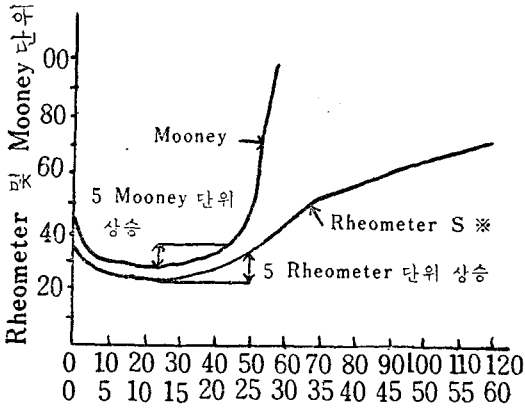


Fig. 10. Mooney viscosity 及 Rheometer scorch time 曲線 比較

性を 보면,

- i)  $t_0$ ,  $t_s$ 와 함께 Areniuse plot는 直線이다.
- ii)  $t_d$ 의 Vulcanmeter, Rheometer 사이의 差는 극소하다.
- iii)  $t_0$ 에는 明白한 差가 認定되고 Rheometer의  $t_0$ 는 Vulcanmeter의 그것에 比하여 約 1.7~1.8 倍가 立다.

Rheometer와 mooney 粘度計로서 測定한 結果의 比較는 Fig. 10과 立다.

架橋의 初期의 段階에서 兩者의 curve은 類相似한 立다.

Fig. 12는 4 inch point 及 5 inch point의 Rheometer의 torque의 増加에 立要한 加黃時間을 LS 及 LSD Rheometer를 使用한 경우의 scorch time과 mooney viscosity의 5 point 上昇까지의 scorch time과의 關係를 나타내고 立다.

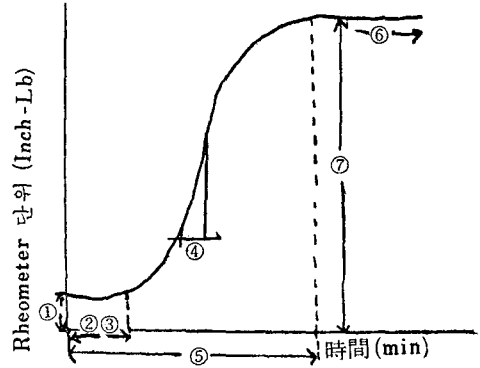
Rheometer와 mooney scorch time과는 거의 直線關係가 立다.

그러나 Fig. 12와 立이 sulphen amide 配合과 DM 配合에서 Rheometer scorch time은 立다고 하여도 mooney scorch time이 立를 立경우가 立다.

Fig. 5는 SBR 配合에서 oil量을 變化시킨 경우의 Rheometer scorch와 mooney scorch와의 關係를 나타낸 立다. 直線關係로 부터 若干 立어지고 立는 立다.

日本産 Rheometer scorch time과 mooney scorch time과 關係는 立의 關係가 直線關係가 立는데 polymer의 種類에 따라 相關 直線이 立른 立다.

天然고무 base와 SBR base 配合에서는 아래와 立다



- ① Initial Viscosity
- ② Induction Time
- ③ Scorch Safety
- ④ Rate of Cure
- ⑤ Time to Optimum Cure
- ⑥ Reversion
- ⑦ Percent of Cure

Fig. 11. Rheometer에 의한 加黃曲線

天然고무系의 立경우

$$Y = 2.11X + 2.5$$

SBR系의 立경우

$$Y = 2.54X - 3.53$$

Y는 mooney scorch time

X는 Rheometer scorch time

以上과 立이 고무의 種類, 加黃促進劑의 種類, 軟化劑의 量 따위 配合內容이 立름으로 立하여 立各各 立른 相關 直線을 나타내므로 立種 새로운 試驗機로 부터 立어 立진 scorch time을 無理하게 mooney scorch time과 立連시키기는 立은 오히려 立然 새로운 特性值로서 立工程和 scorch와의 關係을 立求하는 立便이 立 좋으리라고 立想 立된다.

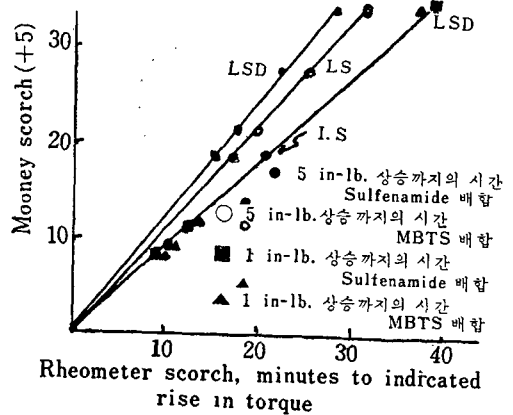


Fig. 12. SBR 1500 Tread 配合에서의 Mooney와 Rheosorch 時間 比較

文 獻

1. 櫻本, 合成ゴム, 9 No.2. 6 (1967)
2. 壓司, 日本ゴム協, 29, 371 (1956)
3. 金子, 日本ゴム協, 34, 1010 (1961)
4. Hills, *Rubber J*, 148, No.8, 70 (1966)
5. Dogadkin, *Rubber Chem. Technol*, 35, 501 (1962)
6. Noc 技術 Note, No.19. 日本ゴム協, 35, 565 (1962)  
Noc. 技術 Note No.20. 日本ゴム協, 35, 647(1962)
7. Dogadkin; *Rubber Chem. Technol.*, 35, 509 (1962)
8. 秋吉, 日本ゴム協, 35, 499 (1962)
9. 工研會, 日本ゴム協, 33, 968 (1960)
10. Chalmers, *India Rubber World*, 121, 51 (1949)
11. 一角, 日本ゴム協, 35, 913 (1962)
12. 本田, 日本ゴム協, 24, 313 (1951)
13. ゴム試驗法(1963), 103~116, 日本ゴム協會發行
14. Davis, *Rubber Chem. Technol.*, 7, 641 (1934)

15. *Ind. Eng. Chem.*, 20, 1223 (1928)
16. 湊谷, 小島, 永井, 日本ゴム協, 3, 71, 143, (1931)
17. Twiss, *Rubber Chem. Technol.*, 8, 230 (1935)
18. Morley, *Rubber Chem. Technol.* 18, 460 (1945)
19. Buchan, *Rubber Chem. Technol*, 10, 508(1937)
20. Oderwald, *Proc. Rubber Technol. Conf.*, 347 (1938)
21. 下田, *ラバタイジエスト*, 16, No.12, 45 (1964)
22. Shearer, *India Rubber Word*, 140, 705 (1947)
23. Juvv, *Rubber world*, 140, 705 (1959)
24. Hills, *Rubber and Plastic Weekly*, 9, 384 (1963)

끝으로 이 Scorch 라는 術語에 대하여 고무工業에서 차지하는 그의 重大한 位置를 비롯하여 그의 定義 한 거름 더 나아가 그의 使命 즉 現場技術에 對하여나 Scorch 現象에 對한 그의 原因 또는 그 原因을 窮明活用하는데 關한 貴重한 資料로서 讀者 여러분에게 多少라도 도움이 되었다면 筆者의 榮光으로 생각되오며 이 連載講座를 開設하는 보람을 느끼는 바이다.

<Topics>

Wax의 結晶化에 미치는 充塡劑의 영향

Butadiene(70)/methyl styrene(30)의 copolymer 인 원료 고무에 channel black, lamp black, silica 系, whiting 系 充塡劑를 사용한 加黃고무 表面에 생기는 wax-film의 결정구조는 加황고무에 사용된 충전제의 종류에 의존되는 것으로 충전제의 活性이 크면 클 수록 wax의 결정구조는 더욱 치밀하게 되고 충전제에 대한 wax의 密着性이 一層 增大되면 그 결과로서 加黃物에의 密着이 일어난다.

또 carbon black의 배합량이 증가되면 wax 粒子的 크기는 적어지고 wax-film의 膜도는 크게 된다는 것이다.

日本ゴム協會誌, 44, 789 (1971)에서

Micro-wave heating system의 연속가활용 배합

고무를 micro 波로 加熱할 때 그 損出係數에 의존되는 경우가 크다.

일반적으로 利用되고 있는 2450MC에 있어서 損出

係數와 온도와의 關係는 損出係數가 높을 수록 早期가 열되는 것으로 알려지고 있다. 原料 고무로서는 NBR, CR와 같은 極性고무의 가열속도는 빨라서 약30~35 초로 200°C까지 될 수 있지만 NR와 같은 非極性고무는 다소 加熱이 힘들고 충전제로서는 carbon black이 유효하다. 종류에 따라 그 效果는 다르며 channel black 보다는 furance black이 가열속도가 빠르다. 또 淡色系의 충전제는 carbon black 보다는 가열성이 떨어지는 것으로 淡色 非極性고무 배합물에 極性고무를 혼합하는 方法이 있으나 物性を 變化시킬 뿐 아니라 高價로 되는 缺點이 있다.

Rubber Chem. & Technol., 44, 294 (1971)에서

Furan 樹脂 blend에 의한 고무의 改質

고무에 furan 系 樹脂를 blend 하는 것으로 처음에 furan 수지에 sulfone 산·金屬鹽化物·鑛산과 같은 ion 촉매를 가하여 80~200°C에서 열처리 시킨 것을 고무에 blend 한 改質고무는 高度의 耐熱性과 化學的 安定性을 가진다고 한다(U.S.S.R. 178,093(1966)).

日本ゴム協會誌, 44, 712(1971)에서