

## 廢타이어의 再活用方案

—특히 合成고무가 많이 含有된 Tire 를 中心으로—

編 輯 部

〈註〉本 資料는 1975年 10月 日本 東京에서 開催된 國際 고무技術 會議에서 發表된 研究論文과 日本고무 協會誌 1976年 12月號에 掲載된 研究論文을 要約整理한 것으로 從來 再生이 不可能한 것으로 알려진 合成고무가 많이 含有된 廢타이어를 效率的으로 利用하기 爲한 方案을 提示하는 뜻에서 收錄한 것임

### 化學處理에 의한 自動車用廢타이어의 再生方法(I)

#### 1. 概 念

世界的으로 資源을 有效適切히 活用化하는 것은 重要한 社會問題로 登場하였다. 이와같은 點으로 보아 高分子物質을 再生化시키는 것이 緊要하지만 이에 못지 않게 環境汚染으로 부터 保護하는 것이 重要한 課題라 생각하지 않을 수 없다.

現在 天然고무의 再生方法은 別다른 支障없이 解決되었으며 이 再生고무를 利用하여 新生고무와 配合하여 使用되고 있다. 그러나 再生作業에 있어서 아직도 脫黃過程이나 解重合過程에 있어서의 難點은 有機藥品과 기름등을 一定한 壓力下에서 約 200°C의 溫度를 維持하며 몇 時間동안 加熱하는 方法이므로 “에너지 危機”後 理想的인 方法이라 할 수 없으며 더욱이 이 方式은 天然고무에만 局限하는 方法이었다. 그러나 2次 大戰後 合成고무의 出現으로 이들 廢合成고무의 再生化가 重要한 問題로 擡頭되었으며 脫黃過程과 解重合過程도 天然고무의 再生方法과는 다른 方式으로 하지 않으면 안된다.

天然고무의 加黃物을 再生할 경우, 이들이 熱에 의해 부드럽게 되며 熱單獨으로도 再生化가 이루어 지지

만 合成고무를 再生化할 때에는 쉽게 되지 않는다. 한 例로 合成고무의 代表的 고무인 SBR 加黃物을 上記와 같은 方法으로 加熱하면 初期에는 부드럽어지나 繼續 加熱하면 곧바로 굳어진다.

日本의 오기다는 主로 SBR로 構成된 廢乘用車타이어를 實驗한 結果에 의하면 酸素가 存在하지 않는 條件下에서 約 200°C의 溫度로 加熱하며는 부드럽게는 되지만 活用될 수 있는 品質의 再生고무를 얻지 못하였다. 以上과 같은 例와 같이 合成고무의 再生化作業은 아직도 많은 宿題로 남겨 놓고 있다.

여기서는, 解決의 한 方便으로, 再生化作業을 簡單하면서도 에너지의 損失이 적게 脫黃過程과 解重合過程을 改善하는 合成고무의 再生方法을 研究하였다. 물론 試驗條件은 大氣酸素下에서 여러가지 化學藥品의 反應으로 고무의 軟化作用을 觀察하였다.

#### 2. 再生方法

고무분이 約 50% 含有한 트럭타이어(천연고무와 SBR의 比率이 70-80%/20~30%)를 30 메쉬程度되게 粉碎한 다음, 여기에 藥品과 溶劑를 混合하여 室溫에서 몇 時間동안 放置한 후, 溶劑를 室溫에서 減壓下에서 抽出

한다.

溶劑가 완전히揮發된 고무試料를 2本 로울러를 使用하여 45~55°C에서 10分間 素練한다. 溶劑가 완전히 휘발되지 않을 경우, 素練하기 前에 爐에서 110-120°C의 溫度를 維持하여 몇時間동안 乾燥한 다음 使用하여야 한다.

素練後 軟化度의 測定은 100°C에서 무우니粘度計로 測定하여 얻어진 再生고무는 表 1에 있는 配合藥品을 使用하여 140°C에서 다시 프레스로 加黃하며 引張試驗은 引張應力記錄計로 試驗하고 老化試驗은 120°C에서 8時間 連續促進老化시킨다.

表1. 再生고무配合表

配合藥品	phr
再生고무	100
스테아르산	0.5
黃	1.5
아연화	2.5
M	0.25
DPG	0.10

### 3. 結論 및 考察

軟化作業에 있어서 여러가지 化學藥品이 實驗에 利用되었지만 그 중 가장 效果의인 藥品은 “염화 제 1철과 페닐히드라진”의 複合體이다. 그러나 이들 各 藥品을 單獨으로 使用하면 效果는 低下된다. 上記 複合體를 120°C以上, 大氣壓力에 몇 時間동안 廢粉碎한 타이어와 反應시키면 軟化될 수 있다.

한 例로 廢 粉碎타이어 100g에 0.5g의 페닐히드라진과 8g의 콤마론-인덴樹脂를 30g의 벤젠에 녹인 다음 10g의 메틸알코올에 0.25g의 염화 제 1철을 녹인 溶液을 加한 후 이 混合物를 約 20時間동안 室溫에 放置하여 充分히 膨潤되게 한 후 上記 溫度에서 減壓下에 溶劑를 回收한다.

溶劑가 다 날라간 再生고무는 이때부터 粘着性을 가지게 되며 고무로울러의 作業성이 좋아진다.

110-120°C에서 몇 時間동안 軟化作業을 한 다음, 45-55°C에서 10분간 素練한 후 新生고무와 같은 配合인 黃과 加黃促進劑等으로 配合하여 加黃溫度를 140°C로 프레스를 使用하면 쉽게 加黃이 된다.

再生고무의 物理的 特性을 보면 軟화된 고무를 素練하기 前 熱處理하지 않은 것의 引張強度는 65kg/cm<sup>2</sup>, 伸장률은 280% 그리고 200% 모듈러스는 45kg/cm<sup>2</sup>였으나, 素練前 110-120°C로 加熱된 試料는 引張強度 뿐만 아니라 伸張率, 200% 모듈러스 共히 低下된 값을 얻었다.

은이같은 實驗結果로 부터 알 수 있는 事實은 “염화 제 1철과 페닐히드라진” 複合體를 使用한 再生고무가 加熱方式에 의한 方法보다 常溫에서 좋은 結果를 나타내었다.

또 한가지 事實을 알 수 있는 것은 再加黃하기 前 加熱하는 方式이 再生고무에 劣化가 促進됨을 알 수 있으므로 염화 제 1철과 같은 單獨 化學藥品으로 軟화된 再生고무는 酸化에 의한 劣化가 促進됨을 알 수 있다.

또한 120°C에서 8時間 促進老化시킨 후의 物理的 特性도 上記方式으로 再生시킨 고무가 다른 여러가지 方法보다 安定하였다.

콤마론-인덴樹脂를 代身해서 메타아크릴酸을 使用하면 軟化效果는 低下되지만 오히려 引張強度는 높아 100kg/cm<sup>2</sup>의 수치를 나타낸다.

이런 現象은 다음과 같은 理由로 說明될 수 있다. 即 히드라진水化物이 酸素存在下에서 메틸메타아크릴레이트의 溶液重合反應에 開始劑 役割을 하기 때문이며 아연화에 의한 이온架橋로 고무분자에 메틸아크릴酸이 “graft”되기 때문이다.

다음은 合成고무가 主原料인 乘用車用타이어의 再生化에 關하여 考察하기로 하자. 乘用車用 타이어의 고무構成比도 約 50%를 차지하고 있으며 이중 SBR 含量은 70~80%이며 天然고무는 約 20~30%를 含有하고 있다.

上記 例와 類似하게 粉碎된 廢고무 100g에 1g의 페닐히드라진과 5g의 콤마론-인덴樹脂, 10g의 벤젠, 1g의 염화 제 1철 그리고 6g의 메틸알코올을 加하여 1時間동안 110°C로 加熱하였다.

素練作業은 50~55°C에서 10분간 하였으며, 再生고무의 무우니粘度는 54였다(試驗條件은 MS<sub>1+4</sub>(100)이다).

폴리클로로프렌이 主原料로 構成된 廢고무도 上記와 같은 方法으로 再生화시킬 수 있다.

페닐히드라진과 염화 제 1철 複合劑는 이 밖에도 여러가지 加黃劑로 加黃된 各種 「디엔 型」고무들을 再生할 수 있다. 한 例로 黃으로 加黃된 天然고무, 黃으로 加黃된 NBR, 黃이나 有機過酸化物 또는 TMTD로 加黃된 SBR, 그리고 有機過酸化物 또는 CZ으로 加黃된 폴리클로로프렌고무等を 室溫에서 쉽게 再生作業을 할 수 있다.

再生된 고무를 다시 加黃한 試料의 引張強度는 新生고무로 加黃된 것 보다 일반적으로 높은 수치를 나타낸다. 加黃物을 軟化시키는 反應메카니즘은 上記와 같은 여러 實驗을 통하여 알 수 있는 것과 같이, 再生化 工程에서 大氣酸素가 絕對 必要하며 이때 再生고무는

수산화나트륨을 함유하게 된다. 그리고 黃加黃物

의 경우 脫黃作業이 解重合의 基本原因이 된다.

## 化學處理에 의한 自動車廢타이어의 再生方法(Ⅰ)

### 1. 序 言

現在 天然고무를 主體로 하는 大型 bus, truck의 tire는 粉碎된 後에 再生劑를 混合하여 約 200°C로 加熱, 熱老化和 解重合을 이르게 軟化 再生되어 再生고무로 利用되는 것이 一般의이다.

그러나 合成고무 加黃物은 이 方法으로는 軟化 再生시키는 것이 困難하다. 例컨데 SBR를 主體로 한 小型 tire의 廢고무는 加熱하면 熱老化, 解重合을 이르기 보다 오히려 架橋反應을 이르기 쉽기때문에 軟化再生되지 않고 硬化되는 現象을 나타낸다.

이를 勘案하여 小型 tire를 軟化 再生하여 再生고무로써 使用하는 方法이 없는가를 本稿에서 檢討하여 본다.

페닐히드라딘과 鹽化鐵(Ⅱ)로 處理하면 天然고무를 主體로 하는 廢大型타이어 粉碎고무에 限하지않고, SBR를 主體로 하는 小型타이어 粉碎고무도 室溫에서 쉽게 軟化 再生됨이 알려졌다.<sup>1)</sup> 이 方法은 合成고무의 各種加黃物이 架橋構造의 如何를 不問하고 室溫에서 쉽게 軟化 再生됨을 報告하고 있다.<sup>2)</sup>

그러나 이 方法<sup>1)2)</sup>으로 얻어진 軟化再生고무를 再次 加黃하여 얻어지는 彈性體의 物性等은 반드시 滿足할 만한 것이 못되었다. 從來 市販되던 再生고무를 加黃하면 加黃고무의 引張強度가 80kg/cm<sup>2</sup>, 伸張率이 約 400%, 200% 引張應力이 約 30kg/cm<sup>2</sup>의 彈性體가 얻어지는 反面에 이 方法으로 軟化 再生된 粉碎고무를 같은 條件으로 加黃하면 引張強度가 約 50kg/cm<sup>2</sup>, 伸張率이 約 260%, 200% 引張應力이 約 40kg/cm<sup>2</sup>로 나타났다.

이와같은 缺點을 改良하기 爲하여 效果的인 加黃고무에 對한 軟化再生用 試藥의 開發을 試圖한 結果 鹽化銅(Ⅰ)-Amin系가 大端히 뛰어난 發見하였다.

### 2. 廢타이어의 軟化再生方法

(1) 廢棄타이어를 工業적으로 粉碎하여 타이어코드, 金屬等을 除外하고 554μ(30 메슈)의 그물을 通過하도록 하였으며, 이 粉碎고무를 分析한 結果 大體로 表1과 같았다.

(2) 容器에 所定量의 鹽化銅(Ⅰ), amine 및 toluene을 넣어서 잘 混合하여 濃綠色~褐色이 됨을 기다렸다가 粉碎고무를 加하여 잘 섞어 所定時間 放置함으로써

表 1. 大型타이어 및 小型타이어의 粉碎고무 分析

區 分	大型타이어	小型타이어
벤젠抽出分	12%	19%
카아본블랙	27%	28%
灰 分	8%	6%
고 무 分	53%	47%
고무分中	天然고무	72%
	SBR	22%
	BR	6%
		42%
		53%
		5%

軟化한다. 이렇게하여 얻어진 處理고무를 45~55°C로 10分間 素練함으로써 軟化 再生고무를 만드는 單純한 工程方法이다.

可塑性의 判定은 100°C에서 豫熱 1分, 測定開始 4分後의 Mooney 粘度 MS<sub>1+4</sub>(100)를 基準하였고

(3) 軟化再生劑로서의 아민系中 트리에틸아민, 테트라메틸에틸렌디아민, 피리딘에타놀아민等 여러가지의 아민도 軟化再生用 試藥으로서 有效하였으나 특히 트리부틸아민이 效果的이므로 이를 使用하였다.

(4) 以上과 같은 方法으로 얻어진 軟化再生고무를 表2의 配合에 依하여 黃과 加黃促進劑를 使用하여 140°C에서 40分間 프레스加黃함으로써 이 加黃고무의 物性を 測定한 結果를 表3,4에 나타낸다.

表 2. 軟化再生고무에 對한 再加黃配合(重量比)

軟化再生고무	100
液狀 cumaron inden 樹脂	10
stearin 酸	0.5
sulfide	1.5
酸北亞鉛	2.5
mercaptobenzotiazol	0.25
디페닐 구아니딘	0.1

### 3. 結 言

(1) 表3에서 보는 바와 같이 天然고무를 主體로 하는 大型타이어의 軟化再生은 再生고무 加黃物의 T<sub>B</sub>, 값에서 判斷하면 粉碎고무 100g에 對하여 約 0.3g의 鹽北銅(Ⅰ)을 使用하는 것이 가장 適當한 것으로 나타났다.

表 3. 鹽化銅(I) 트리부틸아민系에 의한 大型타이어 紛碎고무의 軟化再生

紛碎고무(g)	100	100	100	100	100	100	100	100 <sup>d)</sup>
鹽化銅(I)(g)	0.1	0.1	0.3	0.5	0.5	2.0	2.0	0.1
트리부틸아민(ml)	0.2	0.2	0.6	1.0	1.0	4.0	4.0	0.2
톨루엔(ml)	1.5	1.5	1.2	2.0	2.0	8.0	8.0	1.5
軟化再生時間(h) <sup>a)</sup>	30	40	44	29	39	29	39	15
MS <sub>1+4</sub> (100) <sup>b)</sup>	85	81	— <sup>c)</sup>	88	90	— <sup>c)</sup>	— <sup>c)</sup>	95
T <sub>B</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	49	64	107	94	96	82	87	75
E <sub>B</sub> (%)	220	250	330	280	290	280	310	260
M200(kg/cm <sup>2</sup> )	43	47	49	55	52	49	46	58

a) 室溫에서 放置 b) 10g의 液狀카마론인덴 樹脂를 加하여 測定하다. c) 測定하지 않다. d) 紛碎고무에서 아세톤 可溶分을 抽出한 殘渣에 對하여 軟化再生實驗을 하다.

表 4. 鹽化銅(I) 트리부틸아민系에 의한 小型타이어 紛碎고무의 軟化再生

紛碎고무(g)	100	100	100	100	100	100
鹽化銅(I)(g)	0.1	0.1	0.5	0.5	2.0	2.0
트리부틸아민(ml)	0.2	0.2	1.0	1.0	4.0	4.0
톨루엔(ml)	1.5	1.5	2.0	2.0	8.0	8.0
軟化再生時間(h) <sup>a)</sup>	28	65	21	50	18	39
MS <sub>1+4</sub> (100)	102	103	113	106	106	102
T <sub>B</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	63	68	73	78	58	57
E <sub>B</sub> (%)	240	230	220	250	250	240
M200(kg/cm <sup>2</sup> )	51	57	63	55	42	44

a) 室溫에서 放置

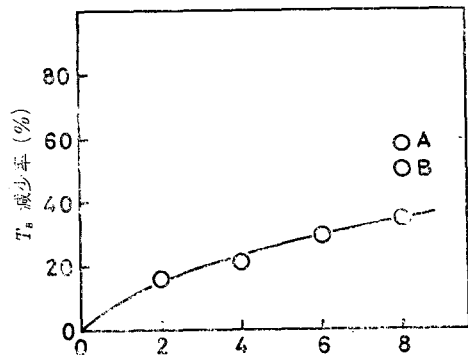
市販의 再生고무를 表 2의 條件으로 加黃하여 얻어진 彈性體는 T<sub>B</sub>가 約 80kg/cm<sup>2</sup>, E<sub>B</sub>가 約 400%, M200이 30kg/cm<sup>2</sup>가 되고, 페닐히드라진과 鹽化鐵(II)을 使用하여 大型타이어의 紛碎고무를 軟化 再生한 後에 表 2에 條件으로 加黃하여 얻은 彈性體에 對하여는 T<sub>B</sub>가 約 50kg/cm<sup>2</sup>, E<sub>B</sub>가 260%, M200이 約 40kg/cm<sup>2</sup>였다<sup>1)</sup>

以上の 結果에서 鹽化銅(I)과 트리부틸아민을 使用하여 軟化再生한 後 黃과 加黃促進劑를 使用하여 얻어진 加黃고무는 페닐히드라진과 鹽化鐵(II)을 使用하여 얻어진 軟化再生고무에 對應하는 加黃物보다 훨씬 뛰어나고, 市販 再生고무에 對應하는 加黃物과 같은 程度 或은 그 以上の 強度特性을 나타낼을 알 수 있다.

또한 紛碎고무에서 아세톤 可溶分을 抽出에 依하여 除去한 後의 殘留物에 對하여 軟化再生試驗을 하여도 大略 같은 結果가 나타났기에 廢타이어에 包含되어 있는 여러가지 藥劑 및 그들의 分解生成物은 鹽化銅(I)-아민系에 依한 軟化再生에 對하여 重大한 影響을 주지 않는 것으로 생각된다.

그러나 鹽化銅(I)-아민系는 空氣酸化의 觸媒로서 오래전부터 알려져 있기 때문에 再生고무 加黃物의 耐熱老化性에 對하여 惡影響을 끼치는 것이 아닌가 하는

憂慮가 있으므로 再生고무 加黃物에 對하여 120°C에서의 熱空氣 老化試驗을 한 結果는 그림 1~3에서 보는바와 같다. 이에 依하면 市販의 再生고무보다 훨씬 뛰어난 耐熱老化性을 갖고 있음을 나타내었다.

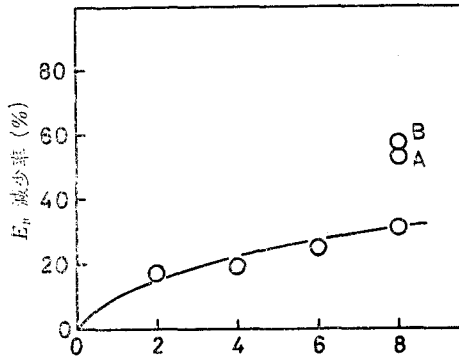


120°C에서의 老化時間(h)

그림 1 軟化再生고무 加黃物의 120°C에서의 熱空氣 老化試驗에 依한 T<sub>B</sub>의 變化

A: 페닐히드라진-鹽化鐵(II)을 使用하여 얻은 再生고무

B: 市販 再生고무



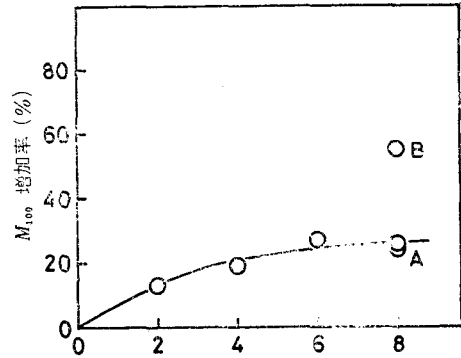
120°C에서의 老化時間(h)

그림 2 軟化再生고무 黃加黃物의 120°C에서의 熱空氣 老化試驗에 依한 Eb의 變化

A: 그림 1 과 같음  
B: "

2. SBR를 主體로 한 小型 乘用車 타이어는 從來 再生 不可能하였으나 이 方法을 使用함으로써 即 少量의 鹽化銅(I)과 아민을 混合하여 室溫에서 20~50時間 放置한다는 極히 簡單한 方法으로 쉽게 軟化 再生되고 어느 程度의 物性を 나타낼을 알 수 있다.

表 4에서 보는 바와같이  $T_B$ 의 값에서 볼 때 廢고무 100g에 對하여 約 0.5g의 鹽化銅(I)을 使用하는 것



120°C에서의 老化時間(h)

그림 3 軟化再生고무 黃加黃物의 120°C에서의 熱空氣 老化試驗에 依한 M100의 變化

A: 그림 1 과 같음  
B: "

이 가장 適當한 것으로 나타났다.

#### 參考文獻

- 1) 山下晋三, 川端成彬, 森共三男, 藤井敏寬: 日本ゴム協誌 49, 360(1976)
- 2) 山下晋三, 川端成彬, 林浩二: 日本ゴム協誌 49, 420(1976)

### 廢타이어의 效果的 利用度(III)

#### 1. 紹介

乘用車用 타이어는 主로 SBR 과 BR 로 構成되어 있으며 이들이 使用 不可能할 때에는 人工用 暗礁나 粉碎化하여 使用되었다. 이러한 方法은 簡單한 物理的 方法이며 이와 달리 化學的인 熱分解方法이 各 會社 自體에서 開發되었는바 이들을 紹介하면 다음과 같다. 即 美國 鑛山局과 파이어스톤社에서 開發한 方法, 日本 Kobe steel 社의 로타리 키론 方法, 日本 Zeon 社의 液體化 方法 그리고 이 밖에 여러가지 方法이 考察되었다. 以上과 같은 方法은 固有한 長點도 있지만 또한 短點도 많았다.

여기서는 적당한 溫度(180~350°C)에서 廢乘用車 타이어로 熱分解하는 過程을 紹介하기로 하며 아울러 分解生成物의 利用面과 分解에카니즘도 紹介하기로 한다.

#### 2. 高溫에서의 粉碎

가장 效果的으로 값싸게 廢타이어를 粉碎하기 위한

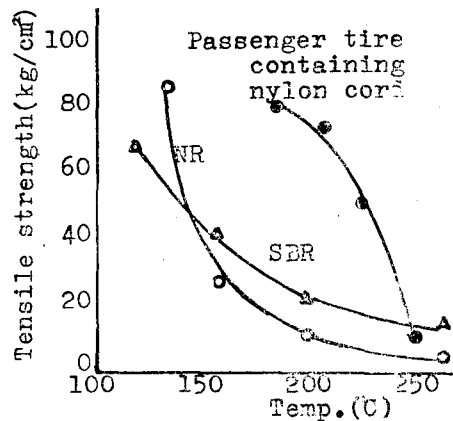


그림 1. 溫度에 따른 고무의 物理的 特性

手段으로 高溫에서 粉碎하였다.

첫째, 3가지 고무 試驗片의 引張強度를 高溫에서 測定하였으며 이들의 物理的 特性은 그림 1과 같다.

SBR과 天然고무로 配合된 타이어 트레드는 室溫에서 試驗한 것 보다 高溫, 特히 200°C 이상인 경우, 引張強度가 1/10로 減少되었으며 더욱이 天然고무는 強度가 거의 없었다.

나일론 코오드가 含有된 乘用車用 트레드 配合物을 250°C 이상에서 引張試驗한 結果 室溫에서 보다 1/20 程度 減少되었다.

이같은 事實로 보아 廢乘用車 타이어를 室溫에서와 130~150°C의 高溫에서 가로 5cm 세로 3cm의 크기로 잘라 반바리混合機로 室溫과 150°C에서 粉碎한 다음 다시 室溫과 高溫에서 「크락크」로올러로 粉碎하였다.

어느 境遇나 마찬가지로 高溫에서 粉碎한 것이 動力이나 時間上 室溫보다 約 30% 節減할 수 있다.

### 3. 乘用車廢타이어의 再生化

다음은, SBR과 BR로 構成된 廢乘用車타이어의 再生化에 對하여 말하고자 한다.

粉碎된 高무를 減壓下에 몇 時間동안 一定한 溫度로 加熱하면 液體로 되며 이들에 對한 데이터는 그림 2와 같다. 150°C에서 1時間 加熱한 粉末고무는 이때 軟化가 始作되며, 300°C에서는 液化가 되며 그리고 350°C 이상에서는 딱딱하며 굳게 된다.

이상과 같은 實驗結果로 再生고무의 軟化溫度는 約 170°에서 220°C까지가 理想的이라 하겠다. 또한 300°C에서 1時間 加熱하면 粉末고무가 죽(粥)狀態로 되

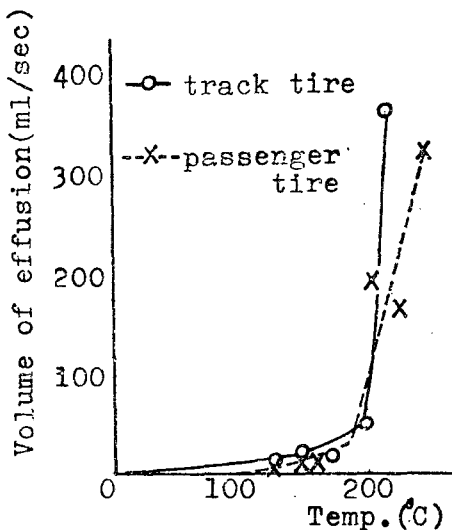


그림 2. 再生고무의 溶出量

며 이때 카아본 블랙과 液體性고무는 分離가 된다. 分離된 이 2가지 再生物質은 共히 카아본 블랙과 配合기름으로 使用될 수 있다.

再生고무의 引張強度 試驗으로 보아 物理的 特性이 나쁘지만 그러나 그림 3에서와 같이 새로히 카아본 블랙을 加하지 않고 天然고무와 混合한 再生고무의 引張強度는 좋았다.

再生타이어로 부터 分離된 카아본 블랙은 天然고무의 補強充塡劑로 使用될 수 있으나 再生고무는 新生고무에 補強性을 미치지 못하며 다만 軟化劑로 利用된다.

- conventional reclaimed rubber
- reclaimed rubber (140°C x 1 hr)
- (160 x 1)
- (180 x 1)
- (210 x 1)
- (230 x 1)

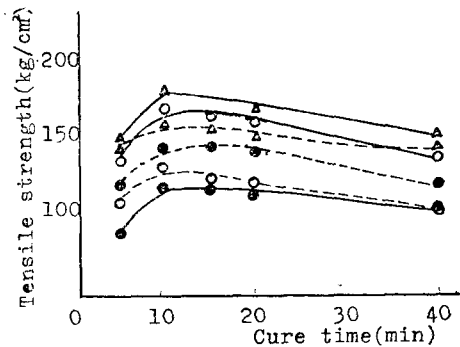


그림 3. 再生고무의 引張試驗

### 4. 回收된 카아본 블랙의 特性

乘用車用 廢타이어를 粉碎한 다음 減壓下에 300°C에서 1時間동안 加熱한다. 여기에 分解生成物보다 3배의 量인 나프타溶劑를 加하여 �게 한 다음 固型分은 濾過 및 精製段階를 거쳐 分離되므로 이것이 곧 카아본 블랙이며 이것은 다음과 같은 2가지 高무로 配合한다. 即

A) 天然고무 100部에 아연화 5, 스테아르酸 1, 硫黃 2.5, 加黃促進劑 DM 1, 老化防止劑 D 1, 그리고 回收된 카아본 블랙 45를 넣고 配合하는 方法과

B) SBR 100部에 아연화 0.5, 스테아르酸 1, 硫黃 2, 加黃促進劑 2, 그리고 回收된 카아본 블랙을 40部

넣어 配合한다. 그리고 上記와 같이 新 SRF 블랙을 使用하여 配合한 다음 150°C에서 加黃한 후 物理的 物性을 測定하였다.

實驗結果에 의하면 回收된 카아본 블랙으로 配合된 것은 新生 카아본 블랙으로 配合된 천연고무와 SBR 보다 加黃速度가 약간 빠르며 引張強度는 모두 同一하지만 伸張率은 높았다(天然고무인 경우, 回收된 카아본 블랙은 680% 新生 카아본 블랙일 때는 500%, SBR 인 경우 880%, 860%) 硬度는 낮았으며 모듈러스도 낮았다.

回收된 카아본 블랙은 HAF, FEF 등과 같은 여러가지 다른 카아본 블랙과 比較試驗하여야 되지만 上記結果와 같이 新生 카아본 블랙이 使用되는 곳에 代替使用할 수 있음을 보여준다.

### 5. 再生고무와 아스팔트와의 混合

여기서는 軟化된 再生고무와 “스트레이트 아스팔트,” 와를 混合하여 이들의 透過度, 軟度點, 粘度, 伸張率 그리고 粘着力等を 測定하였다.

고무와 아스팔트의 相溶性은 고무의 軟化度에 左右된다. 다시 말하면 150° 나 170°C에서 1時間동안 加黃한 再生고무는 相溶性이 좋지 못하나, 250° 내지 300°C에서 1時間동안 處理한 再生고무는 相溶性이 좋았다.

上記 여러 試驗項目을 試驗한 結果 各其 固有한 特性을 얻었지만 그렇게 效果의인 結論을 얻지 못하였다.

### 6. 고무의 加熱試驗

粉末고무를 減壓下에 加熱하면 점차 軟化가 일어나 約 300°C에서는 液體化된다. 이런 理由를 바탕으로 上記와 같은 條件下에 BR과 SBR을 加熱하여 이들 特性을 調査하였으며 IR도 BR과 SBR과 같은 條件으로 加熱하여 各各 比較檢討하였다.

未加黃인 BR과 SBR은 350°C에서 1時間 내지 4

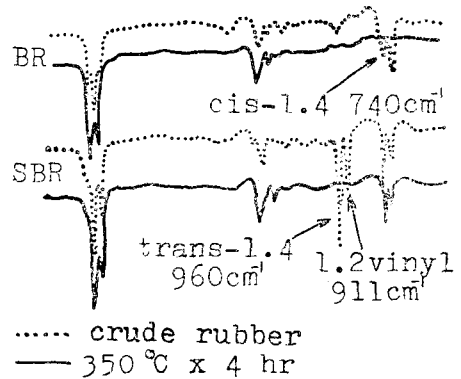


그림 4. 赤外線 分光光度計에 의한 未加黃고무와 液體고무(350°C, 4hr)의 特性

表 1. 溫度에 따른 各種고무의 狀態 및 粘度

고무種類	溫度(°C)	200	250	300	340	350
未加黃 BR		軟化된 후 곧 굳어짐	軟化됨	반죽상태 18600(cp)	액체상 900	액체상 300
加黃된 BR		단단해 짐	더욱굳어짐	액체상 3300	액체상 65	
카아본 블랙으로 混合된 未加黃 BR		단단해 짐	더욱굳어짐	반죽상태 1200	반죽상태*	
카아본 블랙으로 混合한 加黃된 BR		단단해 짐	반죽상태	반죽상태	반죽상태* 50	
未加黃 SBR		변화 없음	軟化된 후 곧 굳어짐	반죽상태 3200	액체상 1400	액체상 100
加黃된 SBR		단단해 짐	단단해 짐	액체상 2500	액체상 50	
카아본 블랙으로 混合한 未加黃 SBR		단단해 짐	단단해 짐	연고상태	연고상태*	
카아본 블랙으로 混合한 加黃된 SBR		단단해 짐	반죽상태	연고상태	연고상태*	
粉碎된 고무(20mesh)		軟化됨	반죽상태	연고상태* 620	연고상태* 65	

\* 液體고무와 카아본 블랙으로 分離됨.

時間 減壓下에 加熱하면 液體性 고무가 되며 다음 그림 4는 350°C에서 4時間 加熱한 液體고무와 原狀態의 고무들파를 赤外線 分光光度計로 比較檢討한 것이다. 이 그림에 의하면 液體性 고무의 不飽和度는 매우 낮은 것이 特徵이었다. 또한 BR, SBR 및 IR의 未加黃物을 200~300°C에서 1時間 내지 8時間 加熱한 다음 클로로포름에 抽出하고 벤젠에 膨潤시켜 比重을 測定한 후의 BR과 SBR은 溫度와 時間이 높아질 수록 점차 굳어지나 이와 반대로 IR은 軟化되었다.

다음 表 1은 여러가지 BR과 SBR을 200~350°C에서 2時間 減壓下에 加熱한 다음 이들의 狀態와 粘度에 對하여 나타 내었다.

## 7) 結 論

乘用車타이어를 高溫에서 分碎하면 壓力과 時間을 普通方法보다 30% 節約할 수 있다.

## <토막소식>

### 天然고무 代替資源으로 Guayule 나무 栽培促球

美國科學院은 政府에 對하여 멕시코產 菊花科 漚木으로서 그 樹液이 天然고무代用品으로 使用可能한 Guayule나무의 栽培를 促求하고 있다.

Guayule 나무는 이번뿐 아니라 2次 大戰中, 日本이 천연고무의 生産地인 東南亞를 占領하자, 天然고무의 供給길이 막힌 美國은 天然고무의 補充策의 一環으로 同나무에서부터 採取한 라렉스를 고무로 만들어 補充한 바 있다.

한편 멕시코當局은 Guayule로 부터 採集한 고무로 20本の 타이어를 만들어 天然고무와의 比較試驗한 結果, 天然고무로 만든 타이어와 조금도 遜色이 없었다 한다.

粉末로된 고무를 減壓下에 加熱할 때 170~220°C에서 1時間동안 加熱하면 再生고무가 얻어지며 300~340°C에서 1時間동안 加熱하면 카아본 블랙과 液體고무가 얻어진다.

이와같은 方法으로 얻어진 再生고무는 在來方法보다 物性이 약간 떨어지나 天然고무와 混用하면 期待되는 物性を 얻을 수 있으며 또한 回收된 카아본 블랙은 SRF 블랙과 同一한 性質의 것을 얻을 수 있다.

粉末고무를 軟化시키기 위하여 BR과 SBR을 減壓下에 加熱하여 이들의 特性을 調査하였다. 대체적으로 BR과 SBR은 一時的으로 架橋가 일어나 굳게 되며 시스-1.4位置에서 트란스-1.4로 異性化되어 마침내 液體고무로 變하는 것을 알 수 있다.

마지막으로 加黃된 고무가 카아본 블랙으로 配合된 고무가 未加黃고무보다 液化가 빨리 進行됨을 알 수 있다.

最近 世界銀行은 東南亞에 栽培되고 있는 天然고무 生産단으로는 1980年の 世界天然고무需要를 充足시킬 수 없다고 展望하고 石油價格의 繼續的인 引上에 따라 合成고무의 競争力은 漸次 弱화될 것이므로 앞으로 고무나무와 Guayule나무에서 採集되는 天然고무는 生産되는 대로 市場性이 確保될 것으로 내다 보고 있다. 그러나 Guayule로부터 實際 充當될 年度는 앞으로 約 10年以上이 소요될 것이라 하는 바, 이러한 까닭은 同나무를 植栽한 다음 4年後부터 採集될 수 있기 때문이다

現在 고무나무는 熱帶地方의 一部 地域에서 栽培可 能한데 이 地域들은 政治的, 經濟的으로 不安하여 圓滑한 天然고무需給에 蹉跌을 가져올 危險性이 있다.

Guayule 나무는 美國의 「텍사스」州에서 野生하고 있는데 半砂漠地帶인 美國의 西南部州에서도 栽培가 可能하다 한다.