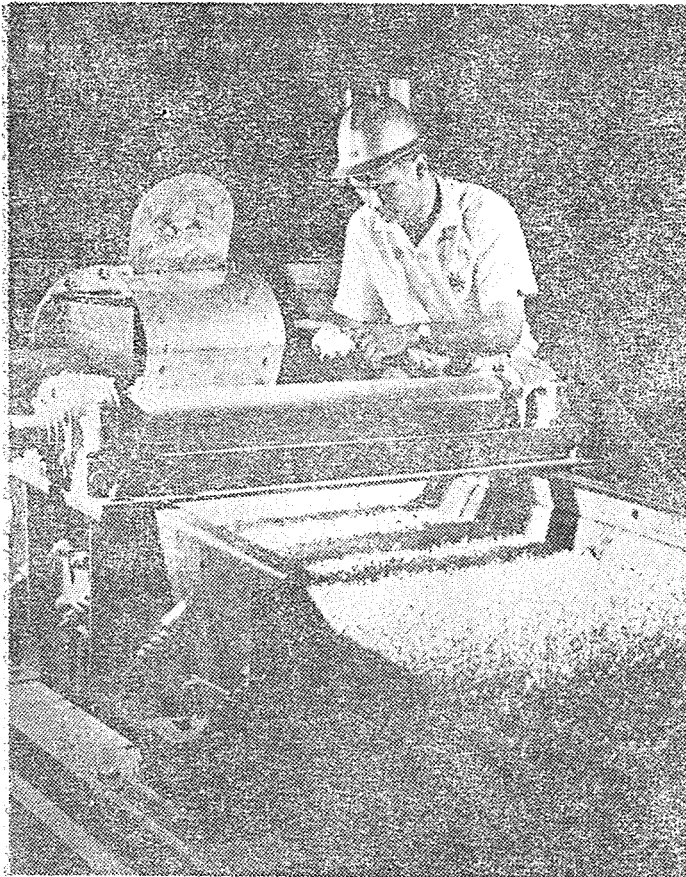


《고무技術紙上講座 12》



S B R

(Styrene- Butadiene- Rubber)

白 奉 基

〈本會技術課長〉

編輯者註：SBR의 加工技術은 이미 널리 普及되어 있으므로 本稿에서는 美國에서의 SBR開發過程을 重點적으로 다루고 使用技術 및 用途에 대해서는 基本的인 要點만 解説키로 한다. SBR의 用途別 專門인 加工技術은 後日 別途로 論術키로 한다.

1. 歷史의 背景

Styrene Butadiene 共重合物(SBR)의 現況을 理解하기 爲해서는 過去 20年間의 歷史的인 背景을 檢討하여야 만 할 것이다. 1930年初에 西獨研究陣은 乳濁重合法을 發明하여 Buna S 및 Buna N (Styrene과 Butadiene, Acrylonitrile과 Butadiene의) 共重合物을 開發하게 되었던 것이다.

美國內大會社 特히 New Jersey에 있는 Standard Oil社는 1930年 中葉에 合成고무에 큰 關心을 가지고 이의 研究開發計劃에 巨額의 費用을 投入하였다.

이 投資의 一次的인 目的은 天然고무보다 優秀한 合成고무의 生産이었다. 天然고무가 有用하고 값도 低廉했으므로 經濟的인 要因은 큰 主要性을 띠지 아니했다. 美國化學者들은 Buna S 및 Buna N에 關하여 研究하였으며 그들의 研究計劃에 數百가지의 다른 單量體를 包含시켰다. 1930年代 後半期에서는 여러 會社들이 이 計劃을 試驗工場까지 밀고 나갔으며 制限된 量의 耐

油性고무(Hycar, Chemigum, Butaprene 및 Perbunan, 이것은 後日에 Parcacril로 呼稱되었음)를 生産하게 되었다.

이와 때를 같이 해서 Standard Oil社의 技術陣은 加黃을 可能케하는데 必要로 하며 充分한 不能度를 가진 少量의 Isoprene과 Isobutylene의 共重合物인 Butyl 고무를 開發하였다. 이보다 앞서 獨逸科學者들은 Polyisobutylene(Opanol B)를 發見하였는데 이것은 飽和된 重合物로서 普通고무配合으로는 加黃이 되지 아니한다. 二次大戰이 일어날 무렵에 많은 美國人들은 고무供給의 保護에 對한 重要性을 알게 되었다.

當時 美國政府는 英國과 고무와 原綿의 相互交換에 對한 物物交換協定을 締結했는데 이 고무의 一部는 日本이 眞珠灣을 攻擊했을 때 美國으로 向하던 船舶속 에 積荷되어 있었다.

美國政府는 復興金融公社(Reconstruction Finance Corporation)를 通하여 天然고무를 備蓄하고 合成고무計劃을 推進하기 爲하여 1940年 6月 28日에 高우備蓄會社(Rubber Reserve Company)를 設立하였다. 1941

年 5월에 美國政府는 年間生産能力이 40,000屯이나 되는 四個의 SBR 製造工場의 建設을 承認하였다. 이 工場들은 美國 Ohio州 Akron市에 二個(Goodyear Tire & Rubber社 및 Firestone Tire & Rubber社에서 各各 運營), Connecticut州 Naugatuck市에 一個(US Rubber社에서 運營) 그리고 Kentucky州 Louisville市에 一個(Hycar Chemical社에서 運營하였으나 後日 B.F. Goodrich社에 讓渡되었음)씩 散在하였다.

眞珠灣被擊直後 美國政府는 生産能力을 年 40萬屯으로 늘였다. 二次大戰中 新嘉坡(Singapore)가 日本에 陷落된 後 SBR의 生産能力을 다시 70萬5千屯까지 增加시켰다. 政府가 運營하는 工場에서 SBR이 처음으로 生産된 것은 1942年 5月이었다.

美國政府는 合成고무 및 이의 原料를 生産하기 爲한 施設에 7億5千萬弗 以上이나 投資하였다. 合成고무의 生産을 서두르기 爲하여 고무備蓄會社는 合成고무 및 이의 原料製造에 必要한 여러 가지 知識 및 經驗을 가지고 있는 民間團體間에 技術情報 및 特許權에 關聯되는 몇가지 協定을 締結하고 主要 고무工場 및 다른 工業試驗所에 依해서 行하여질 研究開發計劃을 準備하였다. 고무備蓄會社의 技術委員會가 이 計劃을 調整하고 Butadiene 75% 및 Styrene 25%의 比로 만든 共重合物인 SBR만이 生産해야 한다는 同意를 얻었다.

美國政府는 1942年 여름에 고무調査委員會委員을 그리고 1942年 9月에는 고무局長을 各各 任命했다. 이 고무局長의 業務는 合成고무의 技術研究 및 開發에 對하여 全責任을 진다는 것이다. 고무備蓄會社는 業界와 共同研究를 爲하여 大學 및 研究所와 契約를 締結하였다. 이 研究團體는 1942年 12月에 組織되었는데 이것이 이른바 戰時生産委員會 고무局長室研究開發課共重合物研究分室인 것이다. 고무局長이 1944年 9月에 辭任한 後 이 分室은 고무備蓄會社의 研究開發分科委員會에 編入되었다. 美國政府가 主管하는 研究計劃은 고무備蓄局에 依해서 繼續되었다가 다시 合成고무局 復興金融公社(R. F. C.)가 이를 引受했다. R. F. C.가 아이젠하워 行政府에 依하여 解散된 後 聯邦施設公社(F. F. C.)가 合成고무局을 통해서 이의 管理를 移讓 받았다. 이 公社는 1955年 4月에 民間企業이 政府所有工場을 買受할 때까지 그 機能을 繼續해서 發揮했다. 國立科學財團(N. S. F.)이 大學에서 繼續되는 基礎研究計劃을 管理하였다.

Akron 大學校에 依해서 運營되었던 試驗生産工場인 政府評價試驗室(G. E. L.)은 1956年 1月30日에 그 門을 닫았다. SBR을 生産하는데는 多量의 Butadiene 및 Styrene이 必要하다. 기름 및 化學原料會社는 SBR의 原料를 供給하는데 主要役割을 했는데 이들은 政府로

부터 一部 財政的인 援助를 받았다.

Butadiene은 Butane 및 Butylene을 含有하고 있는 C₄ 原料로 만들어졌다. Alcohol은 石油炭化水素를 利用하여 Butadiene을 生産케 하는 工場施設이 完成될 때까지는 Butadiene의 主原料로 使用되었다. 이 以後 石油化學技術者들은 高純度의 Butadiene을 生産하는데 있어서 여러 가지 問題들을 解決하였다. 化學原料會社에서는 벤젠 및 에틸렌으로 만든 Ethylbenzene으로부터 巨大한 量의 Styrene을 生産하였다.

2. 原 料

Butadiene 및 Styrene이 SBR의 主原料이며 이 以外 少量으로 使用되는 것은 脂肪酸 및 Rosin酸비누, 調整劑, 觸媒, 重合停止劑, 凝固劑 및 老化防止劑等이다.

Butadiene

Butadiene은 Butane과 Butylene과 같은 石油炭化水素로부터 만든다. 大部分의 工場에서는 Butylene은 隣近 精油工場의 蒸溜操作時 生成되는 副産物을 利用하여 만든다. 美國 Texas州 Borger市에 있는 Phillips社에서는 Butane을 基本原料로 하여 Butadiene을 만들었는데 이 Butane은 Butylene을 거쳐 Butadine으로 된다. Butadiene 및 Butylene은 操作條件에 따라 同時에 生成된다(Houdry 工程).

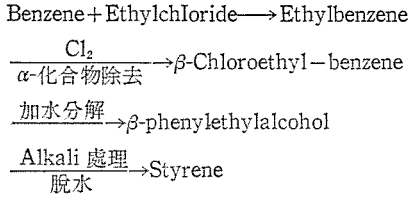
代表的인 工程에서는 蒸溜塔에서 나온 Butane-butylene을 分溜해서 Butylene이 豊富한 原料로 만든다. Isobutylene은 冷黃酸으로 重合해서 除去하고 Butene 1 및 Butene-2는 Furfural에 吸收시킨다. 이를 蒸溜하면 溶媒로부터 Butene이 分離된다. 石油系계스로 부터 Butadiene을 만드는 方法을 要約하면 다음과 같다.

- 1) 石油 $\xrightarrow{\text{普通 cracking}}$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 2) *n*-Butene $\xrightarrow{\text{觸媒脫水素}}$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- 3) $\text{CH}_3\cdot\text{CH}=\text{CH}\cdot\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\cdot\text{CHCl}=\text{CHCl}\cdot\text{CH}_3$
(Butylene)
 $\xrightarrow{\text{BaCl}_2} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{HCl}$
- 4) $\text{CH}_3\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_2\cdot\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3} \text{CH}_2=\text{HC}-\text{HC}=\text{HC}_2 + \text{H}_2$
- 5) $\text{CH}\equiv\text{CH} \xrightarrow{\text{Cu}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$
 $\xrightarrow{\text{脫水素}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

Styrene

Styrene은 沸點 146°C의 液體로서 Benzene과 Ethylchloride 또는 Benzene과 Ethylene을 直接合成시켜 만든다.

美國의 Styrene 生産量の 折半을 차지하고 있는 Dow Chemical社의 Styrene製造法은 다음과 같다.



또 最近에는 直接合成法으로 Benzene과 Ethylene을鹽化알루미늄을 觸媒로하여 800~950°C에서 Ethylbenzene으로 하여 精製後 630°C에서 脫水素하여 만든다. 最終收率は 約 95~97%이다.

Monsanto Chemical社에서는 天然가스 또는 分解게스의 Propane 留分을 450~500 Psi, 200°C에서 Ethylene을 生成시켜(收率 約 30%) AlCl₃로 Benzol과 反應시켜 Ethylbenzene을 만든 다음 分溜精製後 Fe₂O₃·K₂O 觸媒로 脫水素하면 Styrene이 生成된다. 이것을 500~600°C에서 減壓蒸溜해서 使用한다.

이 以外 Koppers, UCC社에서는 加壓下에서 Benzene을 Alkyl化하여 直接法으로 Dow Chemical社와 같은 方法으로 Styrene을 製造하고 있다.

3. 製 法

美國에 있어서의 SBR 製造方法은 아주 잘 標準化되어 있는데 이것은 十年間 政府所有工場에서 거의 獨占生産을 하였기 때문이다. Hot rubber, Cold rubber oil masterbatch, Carbon black masterbatch 및 其他 特殊加工技術로 만든 고무가 많은 民間生産業者로부터 生産되고 있다.

美國政府所有工場에서는 1942년에 一般目的의 用途를 지닌 Butadiene-Styrene 고무(이른바 GR-S)를 처음으로 生産하기 始作하였다. 이것은 다음 配合과 비슷한 乳濁重合法으로 만들어졌다.

물	180
비누	5.0
n-Dodecyl mercaptan	5.0
Potassium persulfate	0.3
Styrene	25
Butadiene	75
溫度	122°F
轉化率	72%
重合停止劑(Hydroquinone)	0.1
老防劑(N-phenyl-2-naphthylamine)	1.25

Dodecyl mercaptan은 重合體의 分子量을 調整하는

調整劑이다. Potassium persulfate는 重合開始劑의 作用을 한다. Hydroquinone은 重合을 停止시키고 老防劑는 고무의 劣化를 防止한다.

重合은 두가지 單量體를 Potassium persulfate 및 Dodecyl mercaptan과 反應시킴으로서 始作된다. 이때 Mercaptan은 두가지 作用을 한다고 한다. 即 이것은 Persulfate와의 反應을 통해서 遊離基를 供給하므로서 重合鎖를 生成시키며 또 鎖의 長이를 調整한다. Hydroquinone은 Potassium persulfate를 還元시켜 重合體의 鎖端에 있는 遊離基와 反應시킴으로서 重合이 進行되는 것을 停止시키는 役割을 한다.

Dodecyl mercaptan과 같은 調整劑를 使用하면 重合體의 平均分子量이 減少된다.

高溫重合고무(Hot rubber)는 舊型일뿐만 아니라 低溫重合고무(Cold rubber)보다 加工性이 좋지 못하여 別로 使用되지 아니하고 있으므로 여기서는 主로 Cold rubber에 關하여 論述키로 한다.

重合體를 研究하는 學者들은 低溫重合고무의 開發로 合成고무業界에 劃期的인 進歩를 가져오게 하였으며 이 低溫重合고무의 生産은 1948년에 政府가 運營하는 工場에서 처음으로 生産되었다. 低溫重合고무(Low temperature polymer LTP)의 重合溫度는 41°F였다. 이 溫度는 重合乳濁液의 凝固點에 가장 가깝다.

重合溫度가 重要한 하나의 變數인가를 決定하기 爲한 研究가 二次大戰中에 繼續되었다. 86°F 以下の 低溫에서 重合하여도 重合物의 性質에 큰 變化가 일어나지 않는다는 것이 判明되었다. 低溫에서 普通 反應速度로 重合하는 方法은 酸化還元法이 開發된 後 비로소 可能하게 되었는데 이 酸化還元法은 獨逸와 美國에서 研究開發한 것으로 41°F 또는 그 以下の 溫度에서도 重合速度가 빠르게 하는 것이다. 低溫重合고무가 高溫重合고무에 比하여 타이어의 Tread 고무의 磨耗抵抗性을 크게 改善한다는 事實이 알려진 後 美國政府에서 運營하던 GR-S 工場의 施設을 大部分 低溫고무製造施設로 代替하였다. 初期에 實施된 低溫고무의 重合處方은 아주 複雜하여 뒤에는 없었지만 雪糖과 같은 여러 가지 配合劑가 使用되었다. 其後에 開發된 方法은 Redox(酸化還元法)法에 基礎를 둔 것이다.

美國政府에서 運營하던 工場이 民間人에게 讓渡되기 直前に 使用되었던 非汚染性 低溫重合고무의 重合處方은 다음과 같다.

Butadiene	72(重量比)
Styrene	28
물	180~200
Potassium rosin soap	2.25

Potassium fatty acid soap	2.25
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	0.8 max
Versene Fe-3 또는 이의 對等物質	0.02max
Tamol N 또는 이의 對等物質	0.15max
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.3 max
K ₄ P ₂ O ₇	0.45max
O-Menthane hydroperoxide	0.15
Sulfole mercaptan	0.39
溫度	40~43°F
轉化率, %	60
Mooney 粘度, ML-4	52±6
重合停止劑 Na dimethyldithiocarbamate	0.15max
Polyamine H	0.1 max
老防劑, Wingstay S	1.25% PHR
凝固劑	

이 以外 Sodium formaldehyde sulfoxylate로 活性化한 Iron-hydroperoxide를 含有한 all-rosin soap法의 處方은 다음과 같다.

Butadiene	70
Styrene	30
물	180~200
Potassium rosin soap	5.1
Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O	0.8 max
Tamol N 또는 이의 對等物質	0.15 "
O-Menthane hydroperoxide	0.10 "
Sodium formaldehyde sulfoxylate	0.15 "
FeSO ₄ ·7H ₂ O	0.05 "
Versen Fe-3 또는 이의 對等物質	0.07 "
Sulfole mercaptan	必要量
溫度	40~43°F
轉化率 %	68
Mooney 粘度, ML-4	52±6
重合停止劑	
Na dimethyldithiocarbamate	
또는 이의 對等物質	0.15max
Polyamine H 또는 이의 對等物質	0.10 "
汚染性老防劑	1.25%
凝固劑	

1950년의 고무需要량의 急增으로 고무의 性質을 害치지 않고 單量體의 供給量을 늘리는 方法을 化學者들이 研究하지 않을 수 없게 되었다. 이와 같은 研究結果 1951년에는 油入合成고무가 出現하게 되었다. 이 油入고무의 基體는 GR-S나 低溫重合고무에 使用되는

原料와 同一할 뿐아니라(單只 Mercaptan 調整劑가 少量들어갈 뿐임) 製造施設도 같다. 油入고무에 使用되는 基本고무는 Mooney 粘度值에서 나타난 結果에 依하면 非油入고무보다 分子量이 훨씬 높은 것을 알 수 있다.

油入고무에 가장 널리쓰이는 石油系 기름은 주로 Naphthen 및 芳香族系炭化水素인 바 少量의 파라핀系炭化水素도 含有되어 있다.

Carbon black masterbatch는 GR-S 計劃을 세울 當時부터 큰 關心이 되었다. 먼저 Carbon black을 適當한 分散劑와 함께 물에 分散시킨 다음 이 分散液을 라텍스에 添加해서 "Carbex"란 混合物를 만들어 一般의인 方法으로 凝固, 洗滌, 乾燥해서 만든다. 此外 고무에 기름 및 Carbon black을 混入한 Oil-black-masterbatch가 있다.

Carbon black masterbatch는 混合施設의 制限을 받고 있는 고무製品製造工場에서는 人氣가 있는 原料이다.

4. 配合 및 加工

一般的으로 Butadiene-Styrene 고무(SBR)는 天然고무보다 加黃速度가 느리다. 即 天然고무보다 더 많은 促進劑나 活性이 높은 促進劑가 必要하다. 脂肪酸을 含有하고 있는 合成고무는 Rosin酸을 含有하고 있는 것보다 加黃速度가 훨씬 더 빠르다.

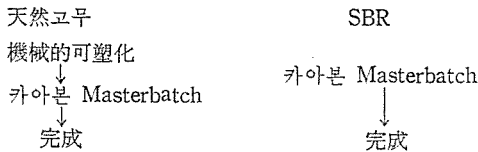
SBR 및 天然고무의 加黃速度는 類似한 點이 많지만 滿足한 共加黃體는 使用고무의 比를 調整함으로써 얻어질 수 있다. SBR의 不飽和度는 天然고무보다 낮고 二重結合(1,4 및 Butadiene의 1,2의 附加構造)은 天然고무에 있는 Isoprenoid의 二重結合보다 化學적으로 活性이 적다. 天然고무分子에 있는 二重結合에 活性 Methylene基를 附加시키면 보다 빠른 加黃速度를 가져 오게 하는데 有益하다. 그러므로 早期加黃問題는 天然고무에서 보다 合成고무에서는 크게 일어나지 않는다. 特히 Furnace black을 配合한 고무에서는 早期加黃의 念慮는 거의 없다.

工場에서 SBR을 加工하는 方法은 標準化가 잘되어 있고 天然고무의 加工성과 比較할 때 아주 滿足한 結果를 나타낸다. 混合方法은 工場에 따라 다르다. 어떤 工場에서는 Carbon black이나 다른 配合劑를 投入하기 前에 別途工程으로 合成고무를 可塑化시키지만 다른 工場에서는 이렇게 하지 않는다. 混合方法은 各工場의 事情에 따라 다르지만 大概의 境遇 加工施設의 能力이나 混合能力에 따라 決定된다.

天然고무를 加工할 때 다른 配合劑를 混入하기 前에

別途로 고무를 먼저 機械的으로 可塑化해야 한다.

그러나 SBR을 加工할 때는 큰 工場에서는 可塑化工程을 省略하고 Carbon black이나 다른 配合劑를 加하며 Masterbatch를 만드는 方法을 쓴다. 可塑化가 더 必要할 때는 고무自體를 可塑化하는 것보다 오히려 最終 Batch로 使用하기 前에 Masterbatch를 再練하는 것이 훨씬 더 便利하다. 一般的으로 行하여지고 있는 混合法은 다음과 같다(Tread 고무配合).



어떤 合成고무 Tread의 Masterbatch는 加黃劑를 添加하는 最終 混合段階直前에 再練하지 않으면 안될 때도 있다. 그러나 이러한 方法은 天然고무 Tread 配合 고무에도 꼭같이 必要한 것이다. 全體的으로 볼 때 合成고무 Tread는 天然고무 Tread보다 Roll 工程時間이 적게 所要되는데 이것은 前述한 바와 같이 可塑化가 必要없기 때문이다.

No. 11 Banbury (30 rpm)에서 1000 Lbs의 配合고무를 만들어 내는데 必要한 時間을 天然 및 合成고무 Tread로 比較試驗한 바에 依하면 前者는 30分, 後者는 20分을 各各 所要하였다. 그러나 動力消費量은 合成고무를 混練할 때가 若干 더 높다. 動力所要量은 配合種類에 따라 다르지만 Banbury 電動機에 걸리는 負荷는 天然고무配合인 때 보다 合成고무配合일 때가 約 20%可量 더 높아진다.

押出工程에서는 每時 스크류廻轉數에 對한 生産量으로 合成고무 및 天然고무 Tread의 押出速度를 比較할 수 있다. 合成고무는 Roll上에서는 天然고무配合보다 若干 빨리 素練되거나 또는 平滑하게 操作되어 진다. 그러므로 熱入能力(Warm-up capacity)이 制限되어 있을 때 押出機의 全體生産량을 合成고무에 對해서 多少 늘일 수 있다. 合成고무의 主要한 缺點中의 하나는 粘着性(Green tack)이 不足하다는 것이다. 이때문에 타이어를 成型할 때 Tread를 貼付할 타이어의 基體에 接觸이 잘 되도록 天然고무시멘트층을 만든다. 이와 같은 工程은 Tread 押出機上에서 Tread 밑바닥에 機械的인 方法으로 行하여진다. 캘린더(壓延機)에서 布地를 合成고무로 被覆할 때는 캘린더로울에 若干 더 많은 Crown을 주어서 壓延되어 나오는 시이트全體가 均一한 게이지를 갖도록 하여야 한다. 로울直徑에 따라 다르기는 하지만 必要로 하는 Crown은 0.001乃至 0.002吋 程度이다.

壓延고무中 全體 고무炭化水素의 3分の 1以上이 合成고무일 때는 타이어成型時 充分한 粘着성이 있도록 被覆된 布地의 表面에 얇은 層의 天然고무시멘트를 塗布해야 한다.

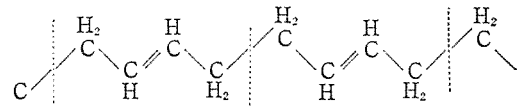
이렇게 하면 乘用車타이어를 만들 때 使用하는 고무가 天然고무이건 合成고무이건 큰 問題가 일어나지 아니한다.

5. 性 質

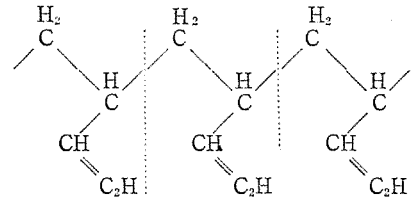
1. 分子構造

天然고무 및 SBR은 모두 Isoprene 및 Butadiene으로 構成되어 있으며 모두 長鎖高分子體이지만 天然고무는 거의 大部分이 Cis型, 1,4附加重合體인데 反하여 Butadiene 고무(即 BCR)는 Trans型으로서 比較的 많은 1,2 및 3,4附加構造를 가지고 있다. Butadiene고무의 鎖狀構造로서의 理論狀 形態는 다음과 같다.

Trans型

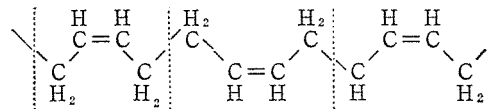


(1.4附加構造)

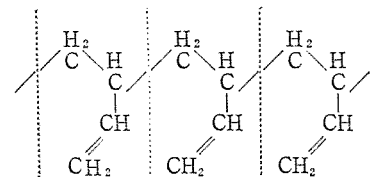


Cis型

(1.2附加構造)



(1.4附加構造)



(1.2附加構造)

2. 重合條件과 性質

SBR은 重合條件에 따라 重合物의 構造 및 性質이 變하지만 重合反應에 있어서의 單量體로부터 重合物에의 轉化率, 共重合物에 있어서의 共重合物의 比率 및 重合觸媒等의 影響이 大端히 크다 다음表는 SBR重合에 있어서의 重合溫度와 加黃고무의 一般的인 性質의 變化를 比較한 것이다.

重合溫度와 重合물의 性質

重合溫度(°C)	50	40	30	20	5	—10	
重合물의 粘性(Mooney)	52	59		71	60	56	
混合고무의 粘性(Mooney)	61	71		84	76	79	
混合前後에 있어서의 粘度增加	12			13	16	24	
引張強度(psi)							
2,870	3,310	3,140	3,720	3,570	3,660		
伸張率(%)	550	540	640	590	600	600	
300% Modulus (psi)							
1,170	1,350	1,110	1,430	1,320	1,270		
發熱量(比較值)		100	96	108	78	93	89
龜裂生成(比較值)		100	77		44	43	95

6. 主要用途

거의 모든 고무製品은 天然고무代身에 合成고무를 一部 또는 全量代置하여 만들 수 있다. 飛行機, 버스 및 트럭에 쓰이는 重荷重타이어 및 産業用고무製品에 는 아직도 天然고무를 베이스로 하고 있다. 그러나 이 分野의 製品도 合成고무가 漸次的으로 侵入하고 있다.

天然고무에 比하여 SBR은 引張強度가 大端히 낮다 (天然고무의 10~15%). 그러나 카아본 블랙配合에서 는 SBR은 그 性質이 크게 向上되어 特別히 磨耗抵抗性은 天然고무보다 훨씬 優秀하다. 다음 表는 SBR과 天然 高무를 基本性質을 比較說明한 것이다.

고무配合化	100 NR	100 Hot SBR	100 Hot SBR	100 Cold SBR	137-5 OE-LTP
카아본配合비	MPC	HMF	HAF	HAF	HAF
300% Modulus	50	25	50	50	68
40分, 275°F에서	1100	600	1050	1150	1000
80分, 275°F에서	1400	800	1350	1500	1500
引張強力(PSI)					
40分	3600	2100	1900	3300	2600
80分	3900	2200	2100	3400	2800
伸張率(%)					
40分	650	700	500	650	600
80分	600	650	450	550	500
反撥彈性(%)					
55分	65.0	56.0	53.0	59.0	55.0
95分	66.0	58.0	55.0	60.0	56.0
212°F					
55分	74.0	66.0	64.0	70.0	70.0
95分	75.0	67.0	66.0	71.0	71.0
磨耗損失(cc)					
55分	8.5	9.5	5.5	4.0	2.70
95分	8.0	10.0	4.5	3.5	2.50

SBR의 가장 重要한 用途는 아마도 乘用車타이어의 Tread일 것이다. 實地 試驗結果에 依하면 HAF配合

SBR Tread는 EPC配合天然고무 Tread에 匹敵한다고 한다. 高溫重合 SBR은 天然고무와 對等하지만 低溫重合 고무는 天然고무보다 훨씬 그 性質이 優秀하다.

Tread 磨耗比

고무	EPC	HAF
	試驗 A	
天然고무	100	
Hot SBR		100
Cold SBR		122
	試驗 B	
Cold SBR		100
OE LTP		115

이 以外 SBR의 優秀한 性質은 Tread 고무의 龜裂抵抗性이 天然고무보다 優秀하다는 것이다. 이 SBR은 乘用車타이어의 카아카스에도 使用된다. SBR 30~50部를 天然 70~50部와 混用하면 優秀한 카아카스고무가 된다. 斷面幅이 8-25 또는 그 以下의 크기를 가진 타이어의 Tread에 合成고무를 使用하면 長距離走行에 도 滿足한 性能을 나타낸다.

大型사이즈(9.00 以上)의 타이어에도 그 使用條件에 따라 相當한 量의 SBR을 使用할 수 있다. 緩速으로 자주 정거하는 시내버스용 타이어의 Tread에는 油入고무가 좋다.

SBR은 많은 工業製品分野를 天然고무로부터 물려받았다. 그 理由는 이 SBR은 合成된 것이기 때문에 고무 製品製造業者들은 必要로 하는 最終製品의 性質을 誘導하기 위한 여러 가지 媒介變數를 技巧있게 導入할 수 있다.

SBR의 單量體比를 變量하여 低溫屈曲性 및 反撥彈性과 같은 性質을 調整할 수 있다. 平均 分子量을 廣範圍하게 調整키 爲하여 調整劑의 量을 달리 할 수 있다. SBR의 加工性은 分子量과 分子量分布에 따라 크게 달라진다. 使用乳化劑에 따라 生成된 重合體에 Rosin酸, 脂肪酸 또는 이 두가지 物質의 混合物의 包含與否가 決定된다. 重合溫度 및 轉化率은 重合體의 品質을 決定하는 重要한 要素가 된다.

少量의 Divinylbenzene의 單量體를 加하면 다른 性質에는 有害하지만 加工性이 優秀한 架橋重合體가 生成된다. 이와같은 重合體는 非타이어部門에만 使用이 制限되어 있다.

重合停止劑 및 老防劑는 暗黑色汚染性 重合體를 生成시키는 作用을 한다. 油入고무는 品質을 低下시키지 않고 低廉한 코스트로 製造될 수 있다. 膠酸과 같은 特殊한 凝固法을 쓰면 低電解質 및 灰分이 적은 重合體가 生成되는데 이와 같은 고무는 吸水性이 적고 優秀한 電氣的 性質이 必要한 고무製品에 좋다.

世界 SBR 生産業者一覽表 (共産圏除外)

Producer	Plant Location	Abbreviation	Trade Name	Semi-Commercial Numbers**
American Synthetic Rubber Corporation	U.S.A.	AS	ASRC	3000—3499
ANIC	Italy	AN	EUROPRENE	5500—5599
Australian Synthetic Rubber Co., Ltd.	Australia	AU	AUSTRAPOL	9700—9799
N.V. Chemische Industrie AKU-Goodrich	Netherlands	CI	HYCAR/CIAGO	
Chemische Werke Huls A.G.	Germany	CW	DURANIT,BUNATEX,BUNA HULS	5900—5999
Copolymer Rubber & Chemical Corporation	U.S.A.	C	COPO, CARBOMIX	3500—3999
Dewey and Almy Chemical Division, W.R. Grace & Co.	U.S.A.	DA	DAREX	
Doverstrand Limited	U.K.	DO	REVINEX	
Firestone-France, S.A.	France	FF	FR-S	
Firestone Synthetic Rubber & Latex Company	U.S.A.	F	FR-S	4000—4499
The General Tire & Rubber Company	U.S.A.	G	GENTRO, GENTRO-JET, JETRON	9000—9499
Goodrich-Gulf Chemicals, Inc.	U.S.A.	GG	AMERIPOL	4500—4999
The Goodyear Tire & Rubber Company	U.S.A.	GT	PLIOFLEX, PLIOLITE	5000—5499
Hules Mexicanos, S.A.	Mexico	HU	HUMEX	
International Latex & Chemical Corporation	U.S.A.	IL	TYLAC	
Imperial Chemical Industries Limited	U.K.	IC	BUTAKON	
The International Synthetic Rubber Company Limited	U.K.	IS	INTOL, INTEX	5600—5699
Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.	Japan	JS	JSR	9600—9699
The Japanese Geon Company, Ltd.	Japan	JG	NIPOL	9500—5999
PASA Petropumica Argentina S.A.	Argentina	PA	ARPOL	
Petroleo Brasileiro S.A.	Brazil	PR	PETROFLEX	9800—9899
Phillips Petroleum Company	U.S.A.	PP	PHILPRENE	6500—6999
Plastugil	France	PL	UGITEXS	
Polymer Corporation Limited	Canada	P	POLYSAR, KRYLENE, KRYLOL, KRYMIX, KRYFLEX	7000—7499
Polymer Corporation (SAF)	France	PF	POLYSAR, KRYLENE, KRYNOL, KRYFLEX	
RC Division, Hooker Chemical Corporation	U.S.A.	RC	RUCOTEX	
Shell Chemical Company	U.S.A.	S	S.	7500—7999
Shell International Chemical Company Limited	Netherlands	SN	CARIFLEXS	5800—5899
Société des Elastomères de Synthèse	France	SE	CARIFLEXS	5700—5799
The Synthetic Rubber Company	South Africa	SR	AFPOL	
Synthetics & Chemicals Limited	India	SC	SYNAPRENE	
Synthomer. Chemie GMBH	Germany	SY	SYNTHOMER	
Texas-U.S. Chemical Company	U.S.A.	TU	SYNPOL	8000—8499
Uniroyal, Inc.	U.S.A.	US	NAUGAPOL, NAUGATEX	6000—6499
United Carbon Company	U.S.A.	U	BAYTOWN	8599—8999