

타이어用 原料고무의 技術動向(II)

稻村 清之, 清水 敏, 三島 孝 著
李 源 善 譯*

「본 資料는 1990. 4. 13. 日本 Posty Corporation 후원 日本고무協會에서 開催한 第3回 公開 Forum에서 發表한 「고무工業에서의 技術豫測-自動車用 타이어를 中心으로-」 內容中에서 日本 Jeon (株)의 고무事業部 製品技術部 稻村 清之와 宇部興産(株)의 千葉石油化學工場 石油化學 事業部 開發部 PB技術課長 清水 敏 및 三井石油化學工業(株)의 千葉高分子 研究所 Elastomer 第1 Group Leader 三島 孝가 發表한 것을 번역 整理한 것임.」

5. 合成고무

5.1 SBR의 動向

5.1.1 乳化重合 SBR에서 溶液重合 SBR로 轉換

SBR은 現在 가장 많이 生産, 販賣되는 合成고무로서 合成고무 總量의 50%를 占有하고 있다 (1988年 共産圈을 除外한 世界 新고무 消費量中에서 SBR이 約 53.9%이다). 化學的 構造는 스티렌(styrene)과 부타디엔(butadiene)의 共重合體이며 主로 乳化重合法 SBR(Emulsion SBR : E-SBR)로 만들고 있으나 最近에는 溶液重合法 SBR(Solution SBR : S-SBR)도 만들고 있다. 標準 E-SBR은 스티렌 含有量이 23.5%가 되도록 만든 것을 말하며 이것보다 높은 것을 하이스티렌 (high styrene)고무라고 한다. E-SBR은 重合溫度에 따라 2種類로 分類하고 있다. 즉 40~50℃에서 重合한 것을 hot rubber, 5~10℃에서 重合한 것을 cold rubber라고 한다. Hot rubber는 E-

SBR을 처음 만들때 開發된 重合方法으로 만든 것이기 때문에 이미 舊式의 폴리머가 되었으며 現在는 모든 性質이 優秀한 cold rubber가 生産되고 있기 때문에 이 hot rubber는 生産이 減少되고 있다. S-SBR은 styrene과 butadiene을 heptane, hexane 등의 溶媒中에서 重合한 새로운 타입의 合成고무이다. 最近에는 S-SBR이 學會 또는 新聞, 專門誌 등에 많이 發表되고 있다. S-SBR이 타이어用 고무로서 脚光을 받는 理由는 무엇인가? 타이어用 고무로서는 처음에는 天然고무를 使用하였기 때문에 合成고무의 開發目標은 天然고무와 性質이 거의 같은 것을 만드는 데 있었다. 그러나 타이어 製造工程은 天然고무에 맞도록 되어 있어서 合成고무 加工性을 天然고무 加工性에 맞추는 데 어려움이 있었다. 타이어用 合成고무로서는 IR, SBR, BR 등을 主로 많이 使用하고 있다. 1970年代 初까지 바이어스 타이어에서 래디알 타이어로 轉換됨에 따라 타이어에 대한 要求特性이 主로 耐磨耗性, 耐久性 向上이

* 大韓타이어工業協會 技術部長

었다.

이와같은 特性을 向上시키기 위해서는 合成고무와 天然고무의 配合比 變更 또는 카본블랙 및 藥品의 種類와 量의 調整 等 소위 配合技術로서 對應할 수가 있었다. 그후 1970年代의 2次 石油波動 이후부터 合成고무의 開發方向이 變化되었다. 즉, 省燃費 타이어用 고무 開發이 비약적으로 發展하였다. 過去의 配合技術로서 省燃費(回轉抵抗이 적은)의 타이어를 만들면 빗길에서 브레이크 性能이 低下되는 二律背反的인 關係가 있다는 것이 判明되었다. 그런데 고무構造를 變更함으로써 이와같은 問題를 解決할 수 있는지 研究를 계속하였으며 S-SBR을 基本으로 한 配合技術로서 어느 程度 解決할 수 있었다. S-SBR은 고무構造를 變化시킬 수 있다는 점에서는 E-

SBR과 比較해서 自由度가 매우 높아 分子設計가 容易하다. 앞으로는 타이어 技術의 發展에 따라서 고무에 要求되는 性能도 多樣化될 것이다. 이와 같은 점에서 S-SBR은 타이어 要求特性에 適合한 고무이다.

5.1.2 重合方法과 폴리머의 構造

表 12에 重合方法과 폴리머의 構造關係를 나타냈다²¹⁾. 乳化重合法의 代表的인 폴리머인 E-SBR은 마이크로 構造의 調整因子가 styrene含量 밖에 없다.

이것과 比較하여 溶液重合法은 特히 anion重合法에서는 styrene含量 以外에도 立體規則性, 分子末端基 分子量分布를 調整할 수가 있다. 特히 anion重合法이 가장 最適이며, 앞으로 重合方法에 의한 技術開發은 계속될 것이다.

表 12. 重合方法과 폴리머의 構造

重合方法	乳化重合	溶液重合		
重合形式	Radical重合	Cation重合	配位重合	Anion重合
代表的인 폴리머	E-SBR	Polyisobutylene	Polyisoprene	S-SBR, BR 등
마이크로 構造의 調整	Styrene含量		立體規則性	立體規則性 Styrene含量
分子量分布	Broad	Broad (分子量을 많게 하는데 어려움이 있음)	一般的으로 Broad	調整可能

5.1.3 分子設計因子와 고무物性^{22,23,24)}

表 13에 主要分子設計因子를 나타냈다. 이와 같은 分子設計因子는 anion重合으로서 調整할 수가 있다. anion重合 觸媒로서 有機 lithium(*n*-butyl lithium等)을 使用한다. 이 觸媒는 一般的으로 living重合性을 갖고 있으며 또한 重合이 停止되지 않는 한 觸媒作用을 계속할 수 있다. 따라서 重合變換은 거의 100%까지 되는 것이 보통이며 모노머로서는 重合反應器에 들어 있는 styrene比率이 重合後의 폴리머의 styrene含量이 된다. 다시 말하면 投入하는 styrene 모노머로서 styrene含量을 調整할 수가 있다. 結合樣式에 있어서 Tg를 變化시키는 因子가 vinyl量인데 이 vi-

表 13. 主要한 分子設計要因

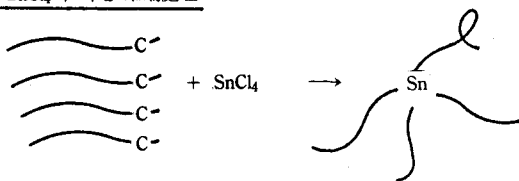
- 마이크로(micro)構造(styrene含量/vinyl, *trans*, *cis*含量)
- 分子量
- 分子量 分布
- Sequence分布(styrene 連鎖分布)
- 分子末端(變性技術)

nyl量을 調整하는 것이 重要한 일이다. anion living 重合에서는 ether化合物(例로서 diethylene-glycoldimethylether, tetrahydrazine, diphenolether) 및 amine化合物(例로서 tetramethylethyle-

neamine, tetramethylphenylenediamine) 등을 重合時에 添加함으로써 또는 重合溫度를 調整함으로써 vinyl量을 調整할 수가 있다. 分子量은 觸媒量에 의해서도 決定된다. anion living重合에서는 모노머 全部가 폴리머가 되기 때문에 觸媒量(開始點)이 많을수록 低分子量의 폴리머가 되고 觸媒量이 적을수록 高分子量의 폴리머를 얻을 수 있다. 모노머의 重量을 $M(\text{gr})$, 活性觸媒量을 $I(\text{mol})$ 이라 한다면 폴리머의 分子量은 M/I 가 되며 分子量分布의 調整은 容易하다. 一般的으로 anion重合에 의한 폴리머의 分子量分布는 乳化重合에 의한 폴리머와 比較하여 사프(sharp)하다. 그러나 多官能性의 化合物(例로서 divinyl benzene)과 共重合시킴으로써 重合後 폴리머 分子量分布를 넓게 할 수가 있다. 또한 모노머를 100% 폴리머로 轉化시킨 후에도 폴리머 末端이 活性임을 利用하여 Sn, Si의 halogen化合物, divinyl benzene 등의 alkyl 芳香族 化合物, phenylisocyanide, 2,4-tolylene diisocyanate 등의 isocyanate 化合物을 重合系中에 添加하여 커플링(coupling) 反應을 일으키게 하여 分子量分布를 變化시킬 수 있다.

그림 12에는 SnCl_4 에 의한 커플링과 分子量 分布의 變化를 나타냈다.

SnCl₄에 의한 末端處理



分子量分布의 變化

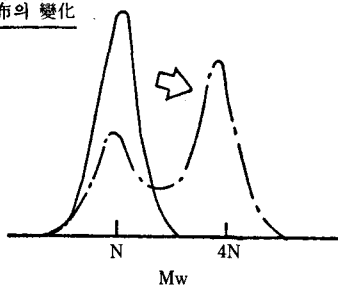


그림 12. 커플링과 分子量 分布의 變化

Sequence 分布란 폴리머中에서 2種以上の 모노머의 連鎖狀態로서 SBR에서는 styrene과 butadiene의 連鎖分布를 말한다. E-SBR은 styrene, butadiene이 random結合으로 되어 있지만 anion living重合에 의한 S-SBR은 block폴리머 또는 그 中間에 一部 連鎖가 있는 폴리머이며 styrene(butadiene)의 連鎖分布를 制御할 수가 있다. 高分子의 化學修飾의 歷史는 오래 되었으며 天然고무의 加黃도 一種의 化學修飾이라고 말할 수 있지만 여기에서는 活性高分子鎖의 末端을 化學處理하여 폴리머의 特性을 改善하는 것을 말한다. 앞에서 說明한 커플링에 의한 分子量分布를 變化시키는 技術도 化學修飾이지만, 分子末端에서 反應性에 豊富한 化合物을 附加, 分子末端變性を 시킴으로서 카본블랙 表面과 特異한 相互作用이 일어나 카본블랙 分散을 向上시켜 反撥彈性을 增大시키는 등 效果가 크다^{25, 26}). 이 分子末端變性技術은 最近의 고무技術中에서 刮目할만한 것으로서 合成고무 生産會社에서는 特許를 出願하고 있다. 그런데 이와 같은 分子設計因자를 잘 調整함으로써 고무 粘彈性을 調整할 수가 있다.

즉, 고무의 히스테리시스(hysteresis)($\tan \delta$)를 調整할 수가 있다는 것이다. 그림 13에 $\tan \delta$ 의

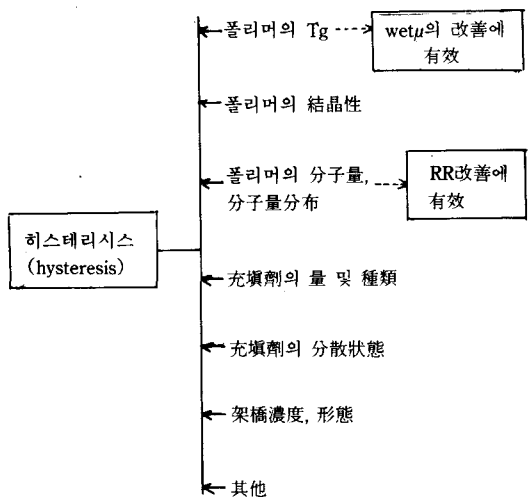


그림 13. $\tan \delta$ 의 支配要因

支配因자를 나타냈다. 粘彈性을 調整할때 폴리머 Tg는 특히 重要한 支配因子로서 Tg가 上昇되면 wet grip性은 增大되고 反對로 耐磨耗性은 低下한다. Tg는 폴리머의 마이크로 構造因子인 vinyl含量에 따라 變化하는데 vinyl含量이 增加하면 Tg는 上昇한다(그림 14 參照). 또한 Tg는 結合 styrene量에 따라서도 變化하기 때문에 結合 styrene量과 vinyl量을 變數로 하여 Tg를 求하는데 그림을 15에 나타냈다. 폴리머의 分子量 및 分子量分布는 타이어用 고무에 있어서는 回轉抵抗과 關係가 있다. 分子量分布가 좁으면(sharp) 좁을 수록 tan δ는 작아지고 反撥彈性은 좋아진다. 그러나 加工性面에서 보면 分子量分布가 넓은(broad) 것이 좋다. 이것도 二律背反(trade off)의인 關係가 있다. 또한 카본블랙 分散의 良, 不良이 反撥彈性에 影響을 미치며 타이어用 고무의 回轉抵抗을 左右한다.

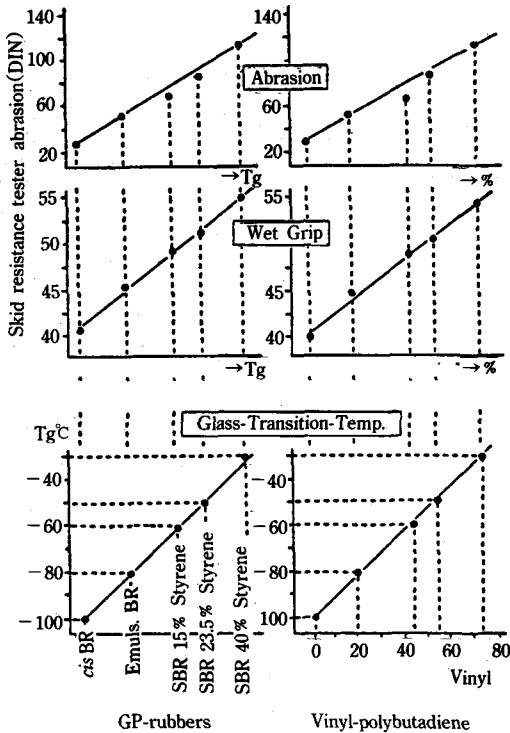


그림 14. 마이크로 構造 및 Tg가 고무特性에 미치는 影響

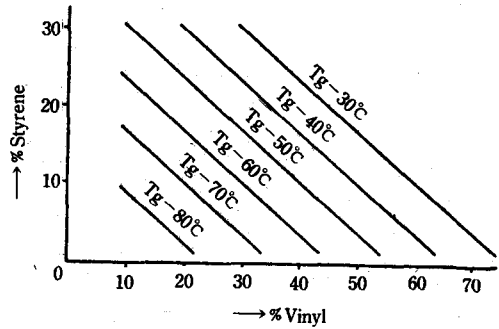


그림 15. SBR의 마이크로 構造(vinyl, styrene)과 Tg

5.1.4 分子末端變性技術

앞에서도 說明을 했지만 anion, living 重合技術이 發展한 것이 分子末端變性技術이다. 이 分子末端變性技術은 alkyl lithium 觸媒를 使用하는 anion, living 重合에서 活性末端에 變性劑를 添加 反應시킨후 methanol等으로서 停止反應을 일으켜 分子末端變性고무를 얻는다. 그림 16은 變性的 基本反應을 나타내고 있고, 표 14는 變性劑의 構造를 나타냈다. 이 表中의 附加란에 있는 "○" 表示는 末端附加反應이 確認된 것을, "—" 表示는 末端附加反應이 未確認된 것을 나타낸 것이다. 또한 表中의 效果란에 있는 "○" 表示는 反撥彈性이 크게 改善된 것을, "×" 表示는 改善이 안된 것을, "△" 表示는 中間을 나타낸 것이다. 表 14에서 알 수 있는 바와 같이 效果가 있는 變性劑로서는 N-alkylbenzophenone類와 N-alkyllactam類이었다. 分子末端變性고무를 카본블랙과 配合時 非分子末端變性고무와 比較하여

- ① Strain이 적은 領域에서 動的剪斷彈性이 저어진다.
- ② 反撥彈性이 크다.
- ③ 發熱이 적다.
- ④ 電氣抵抗(體積固有抵抗)이 크다.
- ⑤ 100% 以上の modulus가 上昇한다.
- ⑥ 配合고무의 mooney 粘度가 올라간다.

4,4'-bis(diethylamine) benzophenone (EAB)을 使用하여 分子末端을 化學修飾하는 경우 變性度과 反撥彈性에 대한 것을 그림 17에 나타냈다.

表 14. 分子末端變性劑의 構造

變性劑		付加	效果	變性劑		付加	效果		
分類	No.			構造式	分類			No.	構造式
Aminobenzophenone 類似物	1		○	○	lactam 類似物	6		○	○
	2		○	○		7		○	○
	3		○	△		8		-	△
	4		○	×		9		-	×
	5		-	△					

diene고무 變性劑A

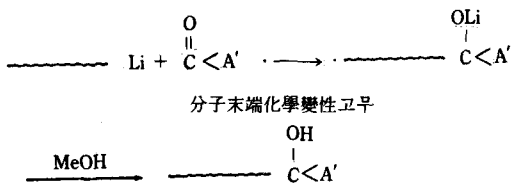


그림 16. 分子末端變性的 基本反應

그림 18에는 骨格構造를 여러가지로 變化시킨 S-SBR(溶液重合 SBR)에 대한 變性效果를 알아보기 위하여 反撥彈性을 글라스(glass) 轉移點(Tg)에 대하여 플롯(plot)한 것이다.

分子末端的 變性에 依해서 폴리머의 骨格에 支配되는 Tg는 變化하지 않고 反撥彈性만 向上되는 것을 알 수 있다²⁷⁾. 그림 19에는 分子末端 變性에 依해서 反撥彈性和 wet skid 抵抗이 벨런

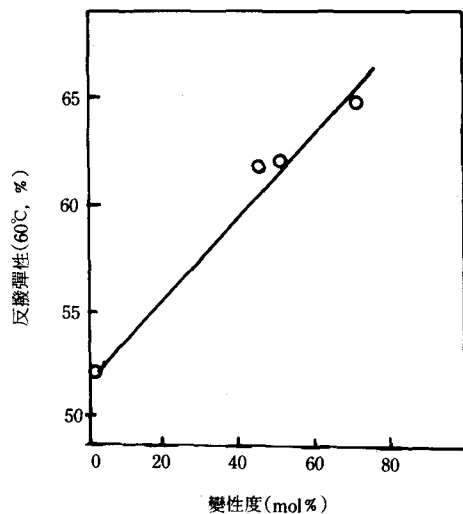


그림 17. 反撥彈성에 影響을 미치는 變性도의 效果

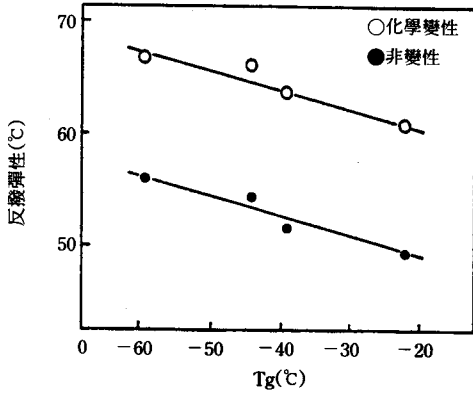


그림 18. 反撥彈性和 Tg에 影響을 미치는 末端變性的 效果

스가 되는 것을 나타냈다. 그림 20에는 타이어 트레드 고무로서 綜合特性을 나타낸 것이며 變性고무는 全天候 타이어(all season tire)의 고무로서 優秀한 性能을 갖고 있다. 分子末端變性에 의한 微立子分散系의 動的特性을 改善하는 試圖는 始作段階이다. 앞으로는 美國의 CAFE規制에 따라 타이어의 省燃費性이 더욱 重要視될 것이며, 이 分子末端 變性技術을 省燃費 타이어용 폴리머에 어떻게 適用할 것인가가 開發의 초점이 될 것이다.

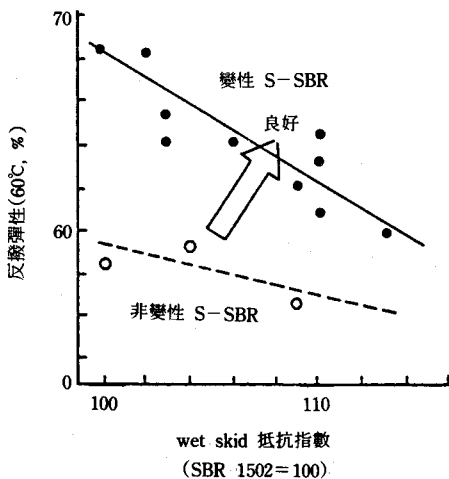


그림 19. 末端變性에 의한 反撥彈性和 wet skid抵抗의 밸런스 改善

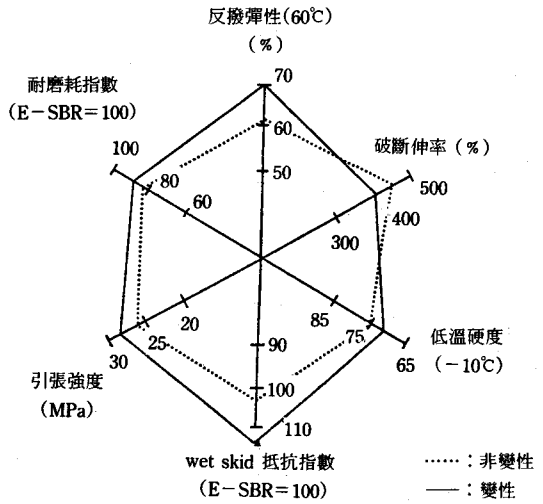


그림 20. 全天候타이어 트레드 고무로서의 綜合特性

5.1.5 타이어에 分子設計技術의 應用

分子設計技術을 應用하여 省燃費 타이어용 合成고무 開發에 대하여 說明하고자 한다. 이 技術은 從來의 고무에 대한 概念을 根本的으로 뒤엎을 정도의 性能을 갖는 것으로서 國內外的 專門誌에 많이 紹介, 解説되어 있다²⁸⁾.

1970年代 2次에 걸친 石油波動 以後 美國을 위시하여 世界 自動車工業國에서는 低燃費에 總力을 기울였으며 日本에서는 엄격한 排氣가스 規制때문에 燃費가 惡化되었으며 現在 燃費改善을 최우선 課題로 選定하여 研究에 박차를 가하고 있다. 타이어의 回轉抵抗은 自動車 燃費의 約 15%를 占有하고 있다(그림 21).

그 중에서도 타이어의 回轉抵抗에 影響을 미치는 것은 直接 路面과 接하는 트레드部分이 約 50%를 占有한다. 回轉抵抗이 적은, 즉 에너지 損失이(tan δ)이 적은 고무를 트레드 配合고무로 使用하는 것이 좋다. 그러나 現在까지 使用하고 있는 타이어용 고무로서 에너지 損失이 적은 天然고무, polybutadiene고무를 使用하면 빗길에서 브레이크 性能이 低下된다. 즉 走行時에는 가능한한 에너지 損失이 적고 브레이크時에는 에너지 損失이 커야 되는 二律背反的인 特性을 同時에

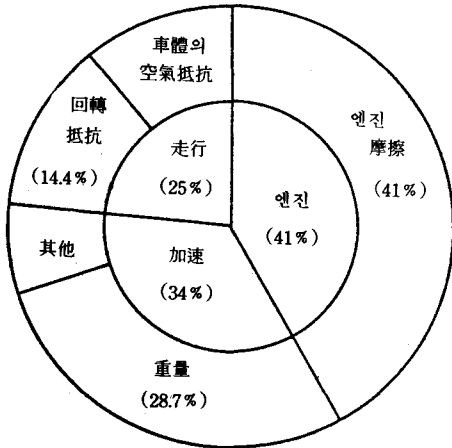


그림 21. 10 mode走行測定에너지 損失

滿足시키는 새로운 合成고무를 만드는 技術이 必要하게 되었던 것이다.

타이어의 回轉抵抗이 發生할 때의 振動數는 100 Hz 정도의 低周波의 振動이며, 브레이크時의 振動數는 接地面의 微小變化에 의한 10,000~1,000,000Hz에 이르는 高周波振動이기 때문에 回轉抵抗(LRR : low rolling resistance)과 wet skid抵抗(WSR : wet skid resistance)을 兩立시키기 위해서는 低周波數에서의 에너지 損失을 적게 하고 高周波數에서 에너지 損失을 크게 할수록 좋은 것이다. 一般의으로 타이어의 回轉抵抗은 60°C 前後에서 에너지 損失이 적고 wet skid性은 0°C 前後에서 에너지 損失이 크다. 에너지 損失과 溫度와 周波數와의 關係를 그림 22에 나타냈으며 그림 23에는 타이어用 고무와 tanδ와의 關係를 나타냈다.

- ① BR은 에너지 損失이 적어서 省燃費用 타이어에는 適當하지만 安全性面에서는 不適當하다.
- ② E-SBR은 에너지 損失이 커서 安全性은 良好하지만 省燃費 타이어用으로서는 不適當하다.
- ③ S-SBR은 wet skid 抵抗을 維持하면서 回轉抵抗을 적게 하는 性能을 갖고 있다.

以上에서 본 바와 같이 S-SBR이 省燃費(省 에너지) 타이어用으로서 優秀한 것을 알 수 있다.

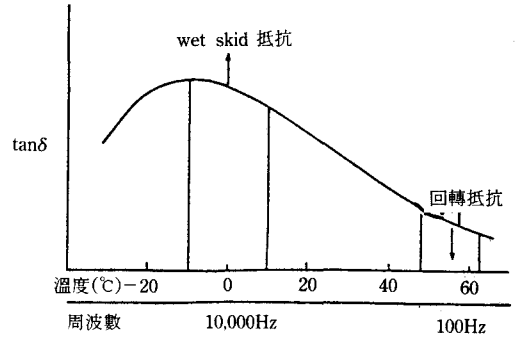


그림 22. 에너지 損失(tanδ)과 溫度와 周波數와의 關係

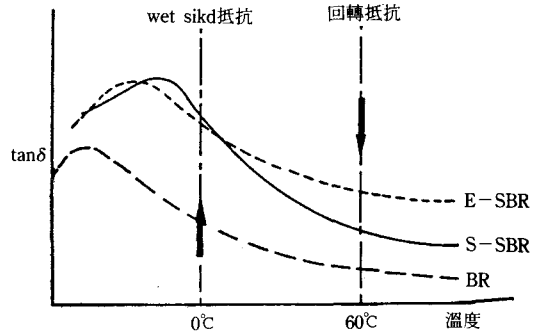
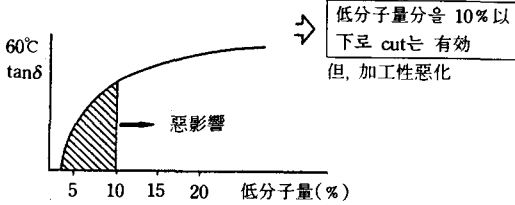


그림 23. 各種合成고무의 tanδ와 溫度와의 關係

에너지 損失을 적게 하기 위해서는 低分子量 成分이나 styrene含量中 어떤 것이든지 적은 것이 좋다는 것을 알 수 있다. 또 vinyl量의 增加는 에너지 損失과는 比較的 關係가 없으며 wet skid 抵抗性能을 좋게 한다는 것을 알 수 있다(그림 24 參照). 즉, 省燃費 타이어用 고무로서는 S-SBR이 제일 좋으며 이 S-SBR고무를 마이크로 構造의으로는 styrene, vinyl量을 調整하여 最適化하고 低分子量의 成分을 減少시켜 만드는 技術이 제일 重要한 技術이다. 그러나 低分子量 成分을 減少시킨다든지 또는 단순한 低分子量 成分의 컷(cut)은 고무의 加工性을 나쁘게 한다. 그래서 低分子量末端을 Sn 커플링을 하면 效果的이다(그림 12 參照). Sn 커플링한 폴리머는 에너지 損失이 적으며 또한 素練工程에서 폴리머의 結合을 切斷하기 위해서는 加工性을 많이

1) 回轉抵抗(60°C tanδ) 적게 한다.



2) wet skid(0°C tanδ)性を 높인다.

方法	回轉抵抗	wet skid
styrene ↗	↗	↗
vinyl ↗	→	↗

S-SBR의 butadiene 部分의 vinyl量(%) up는 有效 단, 強度低下

그림 24. 回轉抵抗의 低減과 wet skid抵抗의 向上

向上시켜야 된다는 것을 알 수 있다. 또한 切斷部에 있는 Sn은 카본블랙과의 結合을 向上시켜 고무의 破壞強度가 크게 되는 것을 알 수 있다 (그림 25 參照). 커플링로서는 Sn, Si 등의 金屬커플링劑와 amine系의 有機커플링劑도 있지만 Sn이 素練時 切斷反應을 일으키지 않기 때문에 Sn커플링이 가장 優秀하다. 또한 에너지 損失을 적게 하는 方法으로서는 5.1.3에서 說明한 分子末端修飾이 있다.

즉, anion, living 重合方法으로 마이크로 構造로 하거나 또는 分子量을 調整하여 活性 폴리머를 만들 수 있지만, 이 폴리머의 一部를 커플링하는 方法이 있다. 커플링한 部分의 分子末端은 不活性이지만 커플링하지 않은 폴리머의 分子末端은 活性이며, 이 分子末端에 變性劑를 附加시킨다 (그림 26 參照). 이와같은 方法으로서 타이어의 回轉抵抗이 적으면서 빗길에서 wet skid 抵抗이 큰 밸런스가 잘 맞는 좋은 고무를 얻을 수가 있다. 以上이 省燃費 타이어 트레드用 고무에 폴리머의 分子設計技術을 應用한 例이지만, 現在까지의 配合技術로서는 解決하기가 어려운 省에너지와 安全성의 二律背反的(trade off)인 問題를 고무의 分子構造에까지 브레이크다운(break down)하여 最適分子設計를 함으로써 解決할 수가 있다. 이와같이 最適分子設計로 만든 S-SBR은

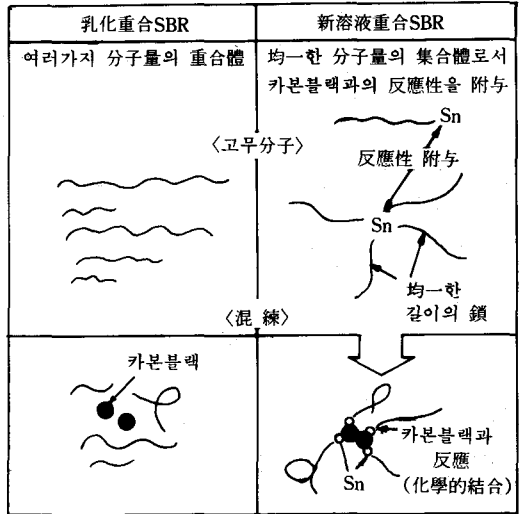


그림 25. 커플링 폴리머의 카본블랙과의 結合

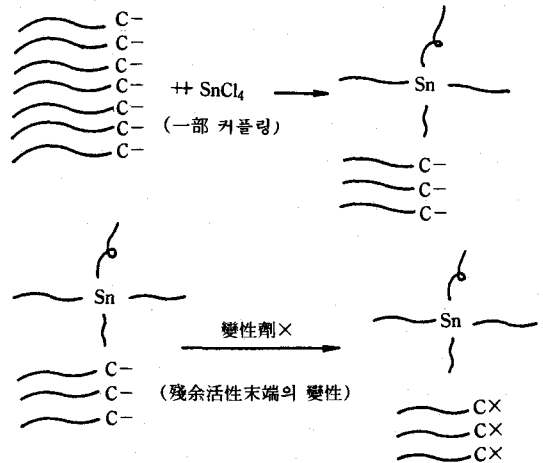


그림 26. 分子末端 變性的 概念

- ① 省燃費 타이어
- ② 季節에 關係없이 使用이 可能한 全天候 타이어(all season tire)
- ③ 操縱性·高速安定性이 要求되는 高性能 타이어(high performance tire)
- ④ 눈길에서도 스파이크(spike)를 박지 않고 走行할 수 있는 스테드레스(studless) 타이어 등에 使用할 수 있으며, 耐久性, 耐磨耗性이 優秀한 타이어에도 應用可能性이 있다.

이 S-SBR은 앞으로 高度化, 多樣化하는 타이어의 要求性能을 滿足시킬 수 있는 將來가 期待되는 고무이다.

5.2 BR의 動向

5.2.1 BR의 特徵과 分子設計

BR의 歷史는 오래되었으며 1930年代에는 이미 독일에서 原料 butadiene을 金屬 natrium(Na)을 觸媒로 하여 重合시켜 Buna라는 이름으로 生産하였다. 그러나, 이 butadiene 고무는 지금 우리들이 使用하고 있는 BR과는 性能이 아주 다른 것이었으며 物性이 좋은 것이 아니었다. 現在 BR이라고 부르고 있는 것은 溶液重合으로 만든 立體規則性構造를 갖는 butadiene 폴리머이며 1950年代에 들어와서 새로 開發한 것이다. BR에는 Ziegler觸媒를 使用하여 만든 *cis*-1,4 結合이 90% 이상인 高*cis*-BR과 lithium觸媒를 使用하여 만든 *cis* 結合이 35% 前後인 低*cis* BR이 있다. BR은 NR, SBR과 比較하여 耐寒性, 耐老化性, 耐磨耗性이 優秀하고 高彈性에서 動的 發熱이 적고 블렌드(blend)性, 高充塡性, 成形性도 좋다. 타이어 트레드用 고무로 使用하면 눈길, 氷板길에서 牽인력이 좋기 때문에 겨울용 타이어의 트레드고무로 많이 使用하고 있다. 短點으로서 原料고무인 경우에는 콜드플로(cold flow)性이 있으며 트럭용 타이어 트레드고무로 使用하는 경우에는 고무가 떨어지는 치핑(chipping), 커팅(cutting) 現象이 發生하고 롤에서의 加工性이 좋지 않기 때문에 一般的으로 BR 彈性으로는 使用하지 않고 SBR 또는 NR과 블렌드하여 使用하고 있다. BR의 動向에 대해서는 特別한 것은 없지만 앞으로 說明할 特殊 BR(VCR·VBR·NdBR) 程度가 現在 話題가 되는 정도이다. 왜냐하면 BR은 SBR과 比較하여 分子設計要素가 별로 없다. butadiene은 모노폴리머이기 때문에 共重合에서는 設計要素가 없으며 變化시킬 수 있는 곳은 마이크로 構造이다. 表 15에 觸媒種類와 BR의 마이크로 構造에 대한 것을 나타냈다²⁹⁾. Nd觸媒를 使用하여 重合한 BR은 *cis* 構造를 많이 갖고 있어 結晶性이 向上되어 耐疲労性이 良好하다.

表 15. 觸媒種類와 BR의 마이크로 構造

Catalyst	% <i>cis</i>	% vinyl
Nd	98.3	0.6
Co	97.3	1.3
Ni	96.3	1.9
Ti	92.7	4.0
Li	42.7	10.7
Li(hi vinyl)	11.1	72.4

그러나 Co, Ni, Ti 觸媒를 使用하여 重合한 高*cis* BR은 *cis*含量은 差가 있지만 BR으로서의 性能은 거의 差가 없다. Li觸媒를 使用하여 만든 低*cis* BR中에는 vinyl含量이 많은 BR보다도 獨特한 特徵을 갖고 있는 VBR(vinyl BR)이 있다. 細部的으로 보면 BR도 여러 種類가 있지만 全般的으로 좋은 性能을 갖고 있기 때문에 많이 改善할 必要는 없다.

現在까지 타이어 會社로부터 BR에 대한 改善要求는 콜드플로(cold flow) 對策 정도이었으나 改善이 많이 되지도 않았다.

그러나 타이어를 輕量化하여 燃費를 節減시켜야 되는 時代가 옴에 따라 타이어를 製造하는 工程에서도 타이어를 만드는 材料의 精度가 向上되지 않으면 타이어를 만들 수 없게 되었다. 이와같은 理由 때문에 押出機에서 抽出되는 고무의 形狀(치수)이 願하는 대로 나와야 되며 收縮에 대해서도 安定되어 있어야 된다. BR은 觸媒의 種類에 따라 거의 性能이 變化하지 않는 것은 앞에서 說明한 바와 같으며 唯一加工性은 觸媒의 種類에 따라 달라진다. 앞으로는 더욱 加工性을 重要視하게 될 것이므로 加工特性을 보다 좋게 하는 觸媒系를 使用하여 BR고무를 만든다면 타이어用 고무로서 더욱 많이 使用하게 될 것이다.

5.2.2 最近의 特殊한 BR

① VCR

VCR^{30,31)}은 BR補強 시스템을 應用하여 極細纖維狀物質로서 補強하여 만든 새로운 複合系 고무材料이다. 매트릭스(matrix) 고무를 結晶性 高分子의 纖維狀物質로서 補強하여 複合系 고무를 만든 후 伸張하면 纖維狀物質의 근방에 應力集

중이 발생하며 매트릭스 고무의 응력에 의해서
 結晶化가 일어난다. 이와같은 現象을 스트레스에
 의한 結晶化라고 한다. 이와같은 原理를 利用하여
cis-1,4 polybutadiene(BR)과 纖維狀物質로서 高
 結晶性的 syndistactic 1,2-polybutadiene(SPБ)을
 組合하여 만든 것이 VCR(vinyl *cis* polybutadiene
 rubber)이다. 이 VCR의 組成을 *cis* BR과 比較한
 것을 表 16에 나타냈다.

表 16. VCR의 組成

	마이크로 構造		
	<i>cis</i> -1,4	<i>trans</i> -1,4	vinyl 1,2
VCR	87	1	12
BR	98	1	1

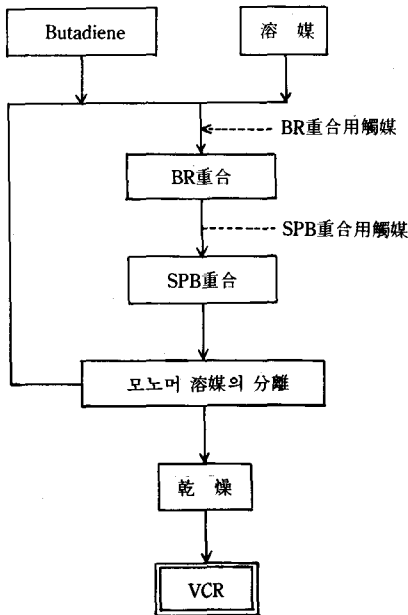


그림 27. VCR 製造工程圖

VCR의 製造工程을 그림 27에 나타냈다.

不活性 有機溶媒中에서 코발트化合物과 할로젠
 含有 有機알루미늄 化合物을 觸媒로 使用 buta-
 diene을 重合하여 *cis* BR을 만든다. 이 *cis* BR을
 만드는 工程에서 코발트化合物, 有機알루미늄,
 二黃化炭素로부터 콤플렉스(complex) 觸媒인

表 17. VCR의 組成

項 目	單 位	값
Mooney粘度	ML ₁₊₄ (100°C)	45
SPB含量	Hexane不溶分(wt%)	12
SPB의 融點	°C	205
SPB의 結晶化度	%	80

SPB가 生成된다. 重合液은 脫灰後 未反應 모노
 머인 butadiene과 溶液을 分離, 脫水, 乾燥하여
 VCR을 얻는다. 이 工程의 特徵은 第1段階에서
 重合, 第2段階에서 SPB를 重合하는 連續2團工程
 으로서 VCR도 BR과 같은 工程으로서 만들 수
 있다. VCR의 性狀을 表 17에 나타냈다. VCR의
 모든 性質은 매트릭스 고무(BR)의 性質, 補強材
 로서의 SPB의 性質, BR과 SPB간의 相互作用에
 의해서 決定된다. VCR中의 SPB의 濃도가 物性에
 미치는 影響이 크고 또한 重要하다. 이 關係를
 그림 28에 나타냈다.

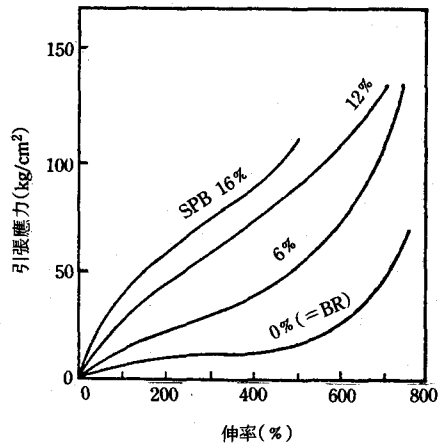


그림 28. VCR中의 SPB의 濃度の 影響(純고무
 配合)

SPB의 濃도가 比較的 低濃度일때 補強效果가
 나타나며 스틸래디알 타이어용 VCR은 SPB의 濃
 度が 12%인 것이 適當하다.

VCR의 加黃 및 未加黃고무는 從來의 BR의 加黃
 및 未加黃고무가 갖고 있지 않는 性質을 갖고
 있으며 特性과 長點을 表 18에 나타냈다. VCR/

表 18. VCR의 特性和 長點

	特 性	長 點
加黃 고무	彈성이 좋다.	두께를 얇게 하여 輕量化할 수 있다.
	耐屈曲·耐疲労성이 좋다.	壽命을 길게 할 수 있다.
	耐컷(cut)성이 良好	壽命을 길게 할 수 있다.
未加黃 고무	다이스웰(die swell)이 적음.	치수 安定성이 良好
	롤(roll)에 잘 감긴다.	加工성이 良好
	그린 모듈러스(green modulus)가 크다.	加工성이 良好

NR系는 耐外傷성이 重要視되는 타이어의 사이드 월(side wall) 및 低發熱성이 要求되는 언더트레드(under tread)에 使用하고 있으며 現在 VCR은 트럭 및 버스, 乘用車用 스틸래디알 타이어의 고무로서 使用되고 있다.

② VBR³²⁾

第1次 石油波動 以後 styrene이 不足됨에 따라 汎用고무인 SBR 代用고무로서 vinyl基 含量이 많은 BR(VBR : vinyl butadiene rubber)을 各國에서 開發하였으나 그후 styrene不足이 解決됨에 따라 VBR에 대한 關心이 적어졌다. 그러나 그後에 VBR이 wet skid 抵抗성이 良好하고 高溫에서 反撥彈성이 良好한 것이 試驗結果 確認됨에 따라 回轉抵抗이 적고 燃費를 減少시킬 수 있는 타이어用 고무로서 S-SBR과 같이 使用하기 시작하였다. VBR은 溶液重合으로 만든다. 즉 1,3-butadiene을 모노머로 하여 溶媒中에서 lithium 觸媒에 의하여 重合시킨다. vinyl量의 調整은 Diglyme(diethyleneglycol dimethylether)과 같은 ether 化合物을 添加하여 하고 있다. VBR에서 vinyl量은 폴리머의 Tg를 變化시켜 結果적으로 wet skid 抵抗성에 影響을 미친다. 그림 29에는 各種 汎用고무 및 VBR의 Tg와 wet skid 抵抗關係를 나타냈다. 이 表에서는 Tg가 -30°C 부근에서 wet skid 抵抗이 最大가 되는 것을 알 수 있다.

이 때의 VBR의 vinyl量은 70%이며 이 VBR이 省燃費타이어用 고무로서는 가장 좋은 것이다.

VBR과 高cis BR을 블렌드하거나 또는 高cis IR을 블렌드하여 타이어 고무로서 使用하면 回轉抵抗이 적고 wet skid 抵抗이 크게 된다. 또한

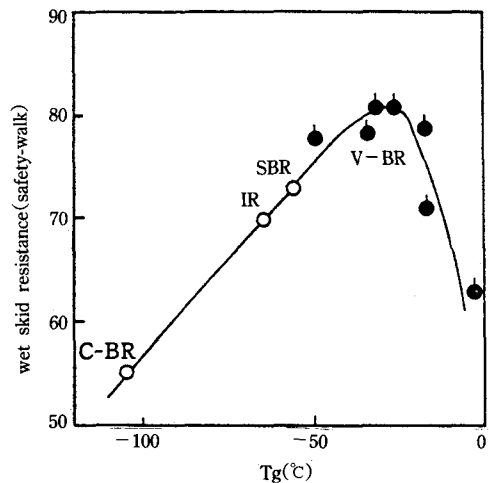


그림 29. 各種 汎用고무 및 VBR의 Tg와 wet skid 抵抗關係

S-SBR에서 說明한 바와 같이 폴리머도 分子末端變性技術도 適用할 수 있다. 이 分子末端變性 VBR은 優秀한 高性能 低燃費 타이어用 고무로서 또한 빙판길에서 skid 抵抗성이 優秀한 全天候 타이어用 고무로서 S-SBR과 같이 實用化되고 있다. BR은 앞에서 說明한 바와 같이 S-SBR과 比較하여 分子設計의 自由度가 적기 때문에 타이어用 고무로서는 BR(VBR)보다도 S-SBR를 選擇하는 것이 좋다. 고무 블렌드에 의한 타이어 配合設計를 考慮한다면 이 VBR도 省燃費 타이어用 고무로서 重要的 位置를 계속 갖게 될 것이다.

③ Nd BR

BR을 Nd(neodymium)과 같은 稀土類 元素를 使用한 Ziegler 觸媒를 使用하여 從來의 BR보다

cis 함량이 많은 BR을 만들 수 있다. 폴리머의 疲勞壽命에 대한 히스테리시스 結晶化의 影響을 評價하기 위하여 그 모델로서 마이크로構造가 다른 polybutadiene에 대하여 疲勞性을 調査한 結果 스트레인에 의한 結晶化가 폴리머의 耐疲勞破壞에 가장 큰 影響을 미친다는 것을 알았다²⁹⁾. 高cis BR은 vinyl BR보다도 耐疲勞性이 優秀하고 cis 함량이 增加하면 增加할수록 耐疲勞性은 向上된다(그림 30 參照). Nd를 觸媒로 使用하여 만든 BR은 cis 함량이 98% 以上으로서 結晶化가 強化되어 있어 耐疲勞性이 優秀하다. 또한 Nd BR은 分岐기 작고 靱加工性, 耐磨耗性이 優秀하다³³⁾.

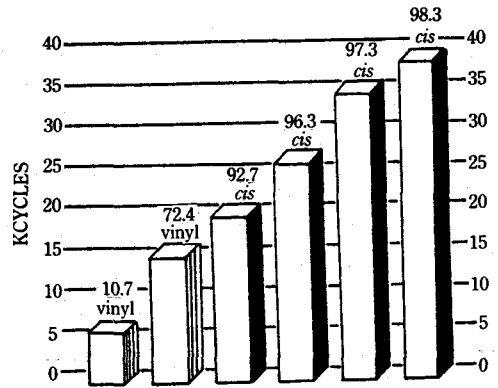


그림 30. BR의 마이크로 構造와 耐疲勞性

5.3 其他 合成고무의 動向

SBR, BR 以外의 타이어用 合成고무로서는 IR, IIR, EPDM이 있다. 日本의 各 合成고무 種類別 出荷量(1989年度 統計로서 通産省 化學製品課에

서 綜合)을 表 19에 나타냈다. 타이어에 使用하는 合成고무는 위 表에서 알 수 있는 바와 같이 SBR, BR, IR, IIR, EPDM 5種類가 있으며 日本에서는 이 5種類 以外의 폴리머를 타이어에 使用하는 例는 없다. 어떤 種類의 合成고무를 選定하여 使用할

表 19. 日本의 合成고무 種類別 出荷量(1989.1~12月)

(單位: 톤)

品種別 出荷區分	SBR					BR		IR	CR		NBR	
	Solid			High	Latex	Solid	Latex	Solid	Solid	Latex	Solid	Latex
	None oil	oil	計	styrene								
고무工業用 自動車 타이어, 튜브	107,694	172,868	280,562		4,820	112,222		44,559				
履物	12,423	817	13,240	3,652		2,664		629				356
工業用品	19,541	20,213	39,754	354	917	11,425		4,871	31,720	271	23,882	
其他	25,914	9,181	35,095	1,449	451	29,336		2,714	4,543	40	2,986	670
小計	165,572	203,079	368,651	5,455	6,188	155,647		52,773	36,263	311	27,224	670
品種別 出荷區分	IIR	EPDM	其他		合計			出荷區分別 構成比	前年比			
	Solid	Solid	Solid	Latex	Solid	Latex	計					
									%	%		
고무工業用 自動車 타이어, 튜브	48,019	4,396			489,758	4,820	494,578	35.6	105.7			
履物			42		20,583		20,583	1.5	100.3			
工業用品	6,223	61,748	6,169		186,146	1,188	187,334	13.5	108.8			
其他	4,045	78	5,536		85,782	1,161	86,943	6.3	97.6			
小計	58,287	66,222	11,747		782,269	7,169	789,438	56.9	105.3			

通商産業省 化學製品課

것인가를 決定할때 가장 重要한 要素는 合成고무의 特性과 價格이다. 自動車用 고무 部品에는 여러種類의 合成고무를 使用하고 있지만 自動車用 타이어에 使用하는 合成고무는 限定되어 있다. 自動車 고무 部品에는 加工性이 容易한 熱可塑性 고무 등이 많이 使用되고 있지만 타이어는 力學的인 面과 省에너지面을 考慮할때 熱可塑性 고무를 使用할 수가 없다.

SBR, BR以外的의 타이어用 合成고무의 種類別 動向에 대하여 說明하고자 한다.

5.3.1 IR의 動向

現在 生産되고 있는 IR의 種類에는 低 cis IR과 titanium系 Ziegler 觸媒를 使用하여 만들고 있는 高cis IR 2種이 있지만 어떤 것이든간에 1,4-polyisoprene이다.

低 cis IR은 lithium 觸媒를 使用하여 living重合을 하기 때문에 觸媒殘渣 등의 不純物이 아주 적어서 醫療用 고무에 最適이다. 高 cis IR은 天然고무 構造와 거의 같지만 cis 含量이 天然고무보다 적으며 未加黃고무 및 加黃고무의 強度는 天然고무보다 낮다. 反面에 流動性 및 加工성은 優秀하다. IR은 天然고무의 代替고무로서 많이 使用되고 있으며 또한 타이어用 고무로서는 가장 많이 使用되고 있다. 또한 其他 一般工業用品, 醫療用, 塩化고무 등에도 使用되고 있다. IR의 技術開發에 대해서는 最近에 커다란 變化는 없으나 1989年 Huls가 타이어 트레드用 고무로서 wet grip性을 改善한 3,4-polyisoprene을 發表하였다. 이 폴리머에 대해서는 7節에서 說明하고자

한다. 타이어의 유니포미티(uniformity)를 向上시키고 타이어 生産工程을 自動化하여야 하기 때문에 여기에 使用하는 原料고무는 高品質을 要求하고 있어 이때 天然고무 一部를 IR로 代替할 수가 있지만³⁴⁾ IR의 需要는 天然고무의 價格에 左右되는 것은 變化하지 않을 것으로 생각된다. IR은 항상 天然고무와 價格, 物性, 加工性 等과 比較하여 技術開發을 해왔으며 需要도 決定되었다.

5.3.2 IIR의 動向

IIR(부틸고무)은 isobutylene과 架橋用 모노머로서 少量의 isoprene을 -100°C 의 超低溫에서 cation 重合으로 만든 고무로서 不飽和도가 아주 낮은 고무이다. IIR誕生은 SBR, NBR, CR과 比較하여 아주 늦은 1940年代였다. 그러나 實際 商業生産은 世界 第2次大戰中인 1943年이었으며 IIR은 耐가스透過性(空氣에서 NR의 1/7~1/8)이 良好하기 때문에 타이어用 튜브 및 이너라이너用 고무로서 使用하였다. 또한 耐가스透過性, 耐候性, 耐藥品性 등이 優秀하여 電線被覆 等 電氣用品, 工業用品, 고무인布 等에도 用途가 擴大되었다. 表 20에는 各種고무의 氣體透過率을 나타냈다³⁵⁾. IIR은 耐가스透過성은 優秀하지만 加黃速度가 늦고 高不飽和고무와 共加黃性이 不良한 短點이 있지만 이와같은 性質을 改善하기 위해서는 IIR을 브롬화하는 것이 效果的이다.

自動車用 타이어를 苛酷한 條件에서 使用하면 内部에서 發熱이 되면서 溫度가 上昇한다. 이와 같은 條件下에서는 브롬화 부틸고무가 耐老化性

表 20. 各種고무의 氣體透過率

區 分	H ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	He
NR(H ₂ 를 100으로 한 경우)	100	17	46	260	59
NR(NR을 100으로 한 경우)	100	100	100	100	100
BR(NR을 100으로 한 경우)	86	80	82	105	-
SBR(NR을 100으로 한 경우)	81	78	73	94	74
NBR(NR을 100으로 한 경우)	51	31	35	48	35
CR(NR을 100으로 한 경우)	27	14	17	20	-
多黃化고무(NR을 100으로 한 경우)	3.2	-	1.2	2.4	-
IIR(NR을 100으로 한 경우)	1.5	4.0	5.6	4.0	27

面에서 優秀하다(그림 31 參照). 이와같은 할로젠화 부틸고무(X-IIR)의 長點이 잘 評價됨에 따라 最近에는 이 X-IIR의 使用量이 增加하고 있다. 또한 앞으로는 타이어의 省燃費性의 要求가 增加할 것으로 생각됨에 따라 타이어의 內壓을 높게 設計하는 傾向이 있어 이와같은 타이어는 가스維持 能力面에서 부틸고무가 優秀하기 때문에 IIR 및 X-IIR의 수요는 增加하게 될 것이다³⁶⁾.

한편 IIR 및 X-IIR의 長點은 그린(green)強度가 不良하여(그림 32 參照) 作業성이 좋지 않다. 이것만 改善된다면 需要는 더욱 伸張될 것이다.

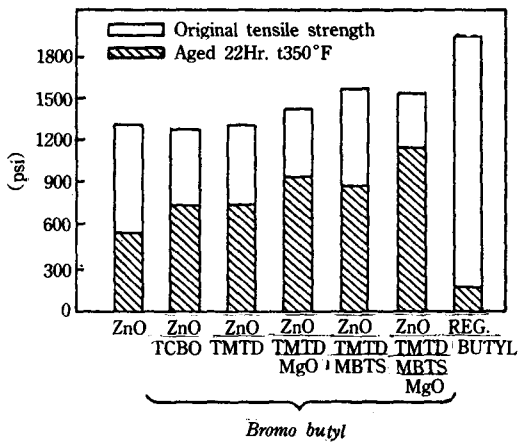


그림 31. 브롬화 부틸고무와 부틸고무의 耐老化性 比較

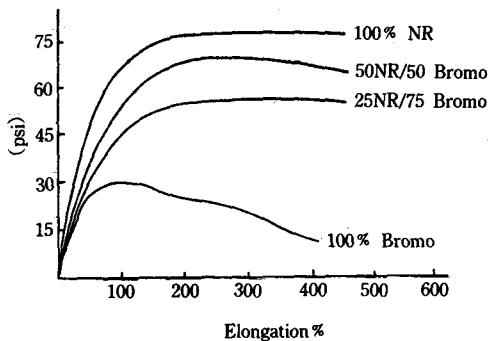


그림 32. 브롬화 IIR 配合고무의 그린 強度

5.3.3 EPDM의 動向

EPDM은 vanadium系의 Ziegler型 觸媒를 使用하여 重合한 合成고무이나 IIR과 같이 主鎖에 二重結合이 없기 때문에 耐熱, 耐侯, 耐오존, 耐藥品性이 優秀하여 실(seal), 스폰지(sponge), 고무호스(water hose) 및 自動車用 고무部品에 使用되고 있으며, 一部는 土木建材部品, 電線絶緣材로도 使用되고 있다. EPDM의 需要는 自動車의 廢가스規制 等的 動向과 함께 增加하고 있으며 最近에는 PP범퍼(bumper)의 耐衝擊性向上 材로서 需要가 急增하고 있다. 最近 새로운 EPDM 開發에는 propylene 以外에 α -olefine, 例컨대 butene-1과 共重合을 시키거나 또는 接着性, 耐油性을 附與하거나 엔지니어링플라스틱의 改質用으로 使用하기 위하여 官能基를 附與한 變性 EPDM이 있다³⁷⁾. EPDM은 타이어의 화이트사이드월, 인너튜브에 디엔系 고무 또는 부틸고무와 블렌드하여 使用하고 있다. EPDM의 화이트사이드월 使用量은 第1次 石油波動에 따른 에너지 節約때문에 튜브에 使用量은 乘用車用 타이어의 튜브레소화 때문에 많이 減少하였으며 最近에는 이 EPDM에 대한 技術開發에 대하여는 關心이 없는 것 같다. 그런데 일본에서는 生活水準이 向上됨에 따라 레크리에이션(recreation)에 使用되는 소위 레크리에이션 自動車가 增加하고 있다. 이와같은 自動車는 高性能이어야 하며 또한 使用하지 않을 경우, 즉 駐車時의 性能도 갖고 있어야 한다. 따라서 타이어 性能도 變化하여야 함에 따라 타이어의 磨耗壽命보다 駐車時 오존에 의한 龜裂이 發生하지 않는 것이 더욱 重要하게 되었다. 따라서 一般의인 타이어보다 사이드월의 耐久性을 向上시켜야 되기 때문에 EPDM을 블렌드하였다. 또한 感性을 重要視하는 時代가 됨에 따라 타이어의 外觀이 自動車의 良, 不良을 左右하는 因子가 되고 있다. 黑色타이어는 黑色인 것이 좋은 것이지만 老化防止劑 等に 의해서 變色된 것은 좋지 않다. 自動車 및 價値觀의 多樣化에 따라 타이어도 이에 맞게 만들어야 하며 이때 EPDM도 使用할 수 있는 合成고무中의 하나가 된다.

5.3.4 CR/NBR의 타이어에 使用可能性

CR(chloroprene고무)을 日本에서는 타이어用 고무로서는 전혀 使用하지 않고 있다(通産省 化學製品課統計, 1989年). 그러나 CR은 타이어의 이너라이너用 고무로서 優秀한 性能을 갖고 있다. 現在 이너라이너用 고무로서는 IIR 및 X-IIR를 NR과 블렌드하여 使用하고 있다. 그런데 IIR 및 X-IIR이 그린(green) 強度가 弱하기 때문에 NR로 補完하고 있다. 앞으로는 省燃費性의 要求가 強力하게 대두됨에 따라 타이어 空氣壓을 20% 程度 높게 할 必要가 있기 때문에 IIR, X-IIR의 需要도 增加하게 될 것이며 또한 CR의 이너라이너用으로서의 用途開發도 이루어질 것으로 본다. CR을 제일 많이 生産하고 있는 美國의 Du Pont社에서는 CR을 이너라이너用 고무로 使用할 수 있는 理由를 아래와 같이 說明하고 있다³⁸⁾.

- ① CR이 NR보다 N-IIR 配合고무의 그린(green)強度를 높일 수 있다.
- ② CR은 NR보다 耐가스透過性이 良好하며 이너라이너用 고무로서는 좋은 고무이다.
- ③ CR이 NR보다 X-IIR의 粘着 및 接着性を 좋게 한다.
- ④ CO(epichlorohydrin)/X-IIR/CR 블렌드 고무는 이너라이너用 고무로서 空氣維持能力도 良好하다.

이와 같은 點에서 CR은 優秀한 性能을 갖고 있지만 NR 블렌드와는 價格面에서 高價이기 때문에 競争이 안된다. 性能 및 價格을 比較할 때 앞으로는 環境問題까지 考慮하여야 될 것이다. NBR(Nitril 고무)는 汎用고무로서의 使用實績은 없지만 IISRP의 1960年의 年會議에서 「Nitril 고무의 50年」³⁹⁾이라는 主題講演이 있었는데 이 講演에서 注目할 發言을 했다. 즉 「Nitril 고무의 特徵을 利用하여 타이어에 대한 應用이 期待된다」라는 部分이 있다. NBR과 SBR의 價格差는 극히 적다고 생각하고 있는 것이 큰 問題이지만 앞으로는 NBR의 使用이 擴大될 것으로 보고 있다.

低回轉抵抗, 空氣維持力, 牽引力, 耐磨耗性에 대한 要求가 높아지고 있는 이때, NBR은 뛰어난 耐空氣透過性, 耐磨耗性을 갖고 있는 것으로 알

려져 있으며, 다른 고무와 블렌드하여 타이어에 사용되는 것은 당연하다.

6. 特許로 본 타이어用 고무의 技術動向

特許를 기준으로 最近의 技術動向을 조사해 보는 것도 흥미있는 일이다. 最近의 特許를 조사하기 위해 타이어用 고무關係特許를 調査했다. 이 公開特許를 4觀點에서 分類하여(a: 原料고무別, b: 觸媒系別, c: 타이어用途, 特性別, d: 타이어部材別) 타이어用 고무의 開發傾向을 알아보았다.

6.1 各觀點에서 본 技術動向

(1) 原料고무別 分類

分類結果를 表 21에 나타냈다. 여기서 原料고무別이라는 것은 原料고무의 種類를 말하는 것이 아니고 어떠한 技術이 附與된 原料고무인가의 觀點에서 分類한 것이다. 거의 半數에 가까운 43%가 폴리머의 化學變性에 의한 物性を 改善한 것이다. 또한 고무/樹脂, 纖維複合體의 特許도 11%나 出願되어 있다.

表 21. 原料고무의 分類

項 目	件數	(%)
化學變性	90	43
고무/고무블렌드	64	31
새로운 엘라스토머-單獨	30	14
고무/樹脂, 纖維블렌드	23	11
其 他	1	1
合 計	208	100

(2) 觸媒別 分類

表 22에 合成고무의 重合觸媒 種類別 分類結果를 나타냈다. 觸媒系를 記述하지 않은 경우, 重合과는 關係가 없는 特許 65件을 除外한 143件中에서 lithium系는 67%, 高 cis 폴리머의 稀土類系는 8%, 高 trans 폴리머의 barium, magnesium系가 8%로서 計 83%를 化學變性 및 立體

表 22. 觸媒系 分類

項 目	件數	(%)	(%)
lithium系 觸媒	96	67	46
稀土類系 觸媒	12	8	6
lithium系, magnesium系 觸媒	12	8	6
friedel-crafts 觸媒	4	3	2
其他 觸媒	19	14	9
觸媒 小計	143	100	69
觸媒系에 대한 記述이 없는 것 重合에 關係가 없는 것	65	-	31
合 計	208	-	100

規則性的 制御로서 타이어 特性의 調整을 試圖한 것이다.

(3) 타이어 特性에 의한 分類

分類結果는 表 23에 나타냈다. 特許目的이 타이어 用途로서 明確하게 되어 있는 것은 타이어 用途로서 分類하였다(101件, 49%).

表 23. 觸媒系 分類

項 目	件數	(%)	(%)
스터드레스 타이어	28	28	14
全天候 타이어(all season)	26	26	13
省燃費 타이어	17	17	9
트럭 및 버스용타이어	11	11	5
高性能 타이어	7	7	3
競走用 타이어	5	5	2
建設用 타이어	3	3	1
솔리드 타이어	4	4	2
타이어 用途別 小計	101	100	49
加工性	26	29	13
RR/WS의 밸런스	24	27	11
耐久性	16	18	8
耐磨耗性	13	14	6
操縱安定性	7	8	3
耐cut性, 耐屈曲性	2	2	1
高速走行性	2	2	1
타이어 特性 小計	90	100	43
其 他	17	-	8
合 計	208	-	100

*RR: rolling resistance

WS: wet skid

타이어 用途로서 不明確한 것은 타이어의 特性 改善을 目的으로 한 것으로 分類하였다(90件, 43%). 타이어 用途別로는 스테드레스 타이어, 全天候 타이어, 省燃費 타이어가 約 71%를 占有하고 있다. 타이어 特性別로는 二律背反的인 特性인 타이어의 回轉抵抗을 적게 하면서 wet skid抵抗을 크게 하는 것과 타이어 製造工程에서 加工性 改善, 타이어 耐久性 向上이 74%를 占有하고 있다. 여기에서 注目할 事項은 加工性を 改善하기 위한 特許가 많다는 것이다. 이와같은 加工性 改善에 대한 特許가 많은 理由는 타이어 製造工程에서 自動化에 대한 對應, 타이어의 均一性, 精度向上 때문이다. 스테드레스 타이어 開發은 스테드(스파이크)가 粉塵公害때문에 社會的 問題가 되기 때문이었다.

(4) 타이어 部材別 分類

分類結果는 表 24에 나타냈다.

71%가 트레드用 部材에 關係되는 特許이다. 이들 타이어가 路面에 接하는 部分에 가장 重點을 두어 技術開發을 하고 있다는 의미이다. 또한 고무 組成物, 타이어 組成物中에는 約 半이 트레드用 部材가 目標인 特許로 推定된다.

表 24. 타이어 部材別 分類

타이어 部材別 分類	件數	(%)
고무 組成物	7	3
타이어 組成物	26	13
트레드	148	71
사이드 월	5	2
이너라이너	14	7
비드 필러(bead filler)	4	2
솔리드 타이어	4	2
合 計	208	100

6.2 特許로 본 타이어用 고무의 技術 動向考察

타이어用 고무特許를 4觀點에서 分類하여 調査한 結果 分명한 傾向을 알 수 있었다. 各 分類에서 가장 많이 占有하는 項目은 「lithium 觸媒로서 重合하고 化學變性を 하고 LRR/WS의

벨런스를 改善한 고무로서 加工性이 좋아 스테르드레스, 全天候, 省燃費타이어의 트레드用 고무로 使用하는 것이다」라고 되어 있다. 이 내용은 合成고무 動向의 SBR編에서 說明한 것과 같이 소위 溶液重合 SBR에 關한 技術이 主가 되고 있다. 各社에서도 合成고무의 分子設計에 主力하고 있다.

이번에 調査한 特許는 最近(1988.1~1989.12)의 公開特許이며 分子設計에 關한 技術開發은 앞으로도 계속 될 것으로 보이며 또한 앞으로 研究課題의 主流가 될 것으로 보인다.

이와같은 技術開發이 스테르드레스, 全天候, 省燃費 타이어 등의 開發에 重要な 役割을 하게 될 것이다. 最近에 高性能 타이어(high performance)라는 말을 많이 듣고 있는데 이 타이어는 扁平比가 낮은 타이어를 말하며 最近의 自動車는 turbo, DOHC 엔진으로서 高馬力化되고 있으며 또한 高性能 스포츠用 自動車가 開發되면서 스포츠카에 의한 高速走行을 즐기는 사람들이 늘어나고 있다. 이런 사람들이 좋아하는 타이어가 高性能 타이어이다. 이 타이어는 回轉抵抗이 적고 操縱安定性, 耐久性, 브레이크 性能, 乘車感이 좋아야 된다. 이와같은 高性能 타이어의 性能을 滿足시킬 수 있는 合成고무의 生産技術은 特許에서도 본바와 같이 主로 合成고무의 分子設計의 世界이다. 特許에서는 高性能 타이어라고 記述하지는 않지만 全天候, 省燃費타이어에도 合成고무의 分

子設計技術이 應用되고 있다.

回轉抵抗을 적게 하면서(LRR : low rolling resistance), wet skid resistance(WSR)를 크게 하거나, dry skid resistance(DSR), 즉 dry μ , ice μ , snow μ 를 같이 크게 하는 소위 二律背反의 인것을 어떻게 解決하느냐가 技術課題로서 아주 어려운 것이다. 自動車 競走가 화려한 스포츠로서 人氣가 急上昇하고 있으며 스포츠카의 타이어 開發 및 이 타이어用 고무 開發은 競走用 타이어 技術을 基本으로 하여 開發이 進行되고 있다. 스테르드레스 타이어는 環境問題가 클로즈업되고는 있지만 特許에는 이 影響이 確實하게 나타나 있지 않다. 스테르드레스 타이어用 고무도 溶液重合法으로서 分子構造를 調整한 合成고무를 많이 使用하고 있다. 이 特許調査에서 期待할 수 있는 技術을 알아낸다는 것은 어려운 일이지만 觸媒系 分類에서 lithium系 觸媒以外에 稀土類系 觸媒, barium系 觸媒 등 觸媒開發에 의한 새로운 合成고무 開發이 많이 될 것 같다. 原料고무 分類에 의한 特許를 보면 고무와 고무 및 고무와 他素材와의 blend가 많다. 타이어는 複合材이며 高度化된 blend 技術開發이 계속 이루어지고 있다. 原料고무의 立場에서 보면 타이어 製造에서 blend技術도 아주 어려운 것으로 생각하고 있지만 폴리머 blend時 폴리머의 相溶性, 分散性 등 폴리머에 대한 要求事項도 앞으로 계속 增加할 것으로 본다. <다음호에 계속>

알리는 말씀

會員社 또는 會員 여러분의 職場移動, 住所 및 電話番號變更이 있을 때에는 즉시 本學會로 알려주시기 바랍니다.