

## 합성고무의 여러가지 문제

金 駿 洙\*

### 1. 천연고무와의 경쟁

합성고무의 문제점에 대해서 이야기하기 위해서는 먼저 천연고무에 대한 이야기를 하지 않을 수 없다. 그것은從來 많은 천연물이 합성물에 의해서 驅逐되어 왔으나 고무의 경우에 있어서는 합성고무에 비해서 良質일 뿐만 아니라 安價라는 相當한 強敵이기 때문에 그렇지 않은 實情이다. 最近에 와서 천연고무의 價格이 下落된 關係로 plastic에 비해서 比較的 安定되었던 합성고무의 價格도 最近에는 천연고무의 價格에 영향을 받게될 상태이다.

천연고무의 價格을 下落케하는 큰 原因은 합성고무의 過剩生産으로 因한 下落競争이 천연고무의 價格에 영향을 미치게 하였고, 합성천연고무라고 불리우는 high cis-polyisoprene의 工業化가 確立됨에 따라서 只今까지 不時的 用途를 위해서 천연고무를 備蓄하여 오던 美國이 備蓄고무를 放出하기 始作하였고 같은 理由로 蘇聯이 國家的인 方針으로 천연고무를 high cis-polyisoprene으로 全面的인 轉換을 始作했다는것等 여러가지 要因이 천연고무의 價格이 急落하게 되었든 原因이 되었고, 뿐만 아니라 美國의 tire strike에 이어 自動車 strike, 歐州諸國의 스위스運河 閉鎖를 豫見한 緊急輸入의 餘波, 인도네시아의 천연고무 輸出 積極政策等이 當面한 直接的인 原因이라고 할수있겠다. 한便 천연고무의 主産地인 Malaysia에서 천연고무 獎勵策으로서 천연고무 豊産植樹로의 轉換과 原始的인 生産方法에 代身하는 近代的인 生産設備의 導入, 그와 並行해서 천연고무化學의 研究에 依한 천연고무 品質의 安定化와 規格化에 成功하여 천연고무 生産諸國의 近代化에 先導的 役割을 하고있다는것도 하나의 潜在的 factor라고 볼수있겠다. Malaysia에서는 대개 고무나무의 3분의 2가 從來의 acre當 約 180kg 生産에서 約 450kg을 生産할수 있는 豊産樹로 바꾸어 심어졌다고 하고 있다. 勿論 原地人의 生活向上에 依한 勞賃上昇等이라는 minus의 factor도 있다고 해도 現在 대개 kg

當의 生産 cost는 60~70원이라고 하며 합성고무에 대해서는 今後로도 어려운 敵手임이 틀림없는 일이라 하겠다. 그러나 이 價格以外에도 천연고무의 位置가 합성고무로 容易하게 바뀌어지지 않는 몇가지의 問題가 있다. 그것은 plastic工業과 달라서 고무工業에서는 천연고무라는 先輩가 100年 가까이 君臨하였고 그 긴 세월 고무의 加工法이나 그 設備가 대개 이 先輩에 맞추어 發達하여 왔다는것, 고무의 性格이 plastic과 比較해서 한층 복잡하고 아직도 未知의 部分이 많다는 것이다. 卽 고무製品은 同量가까히 또는 그 以上の 充填劑나 軟化劑類가 配合되는 것이 보통이고 따라서 充填劑에는 carbon black과 같이 強力한 補强作用을 가지고 있고, tire와 같이 그것 없이는 役割을 하지 못하는 경우가 많은것, 成形加工中에 加黃이라고 하는 化學反

表 1. 世界 고무需給表 (1,000ton)

項 目	品 種	1966年		1967年	
		數 量	對前年 比(%)	數 量	對前年 比(%)
供 生 産	天然고무	2,397	102	2,480	103
	合成고무	3,330	110	3,525	106
	計	5,727	107	6,005	105
放 出	天然고무	157	131	120	77
	合成고무	—	—	—	—
	計	157	131	120	77
給 計(A)	天然고무	2,555	104	2,600	102
	合成고무	3,330	111	3,525	106
	計	5,885	108	6,125	104
需 要(B)	天然고무	2,515	106	2,555	102
	合成고무	3,247	110	3,350	106
	計	5,762	108	5,905	104
(A-B)	天然고무	+ 40	46	+ 45	113
	合成고무	+ 82	206	+ 185	224
	計	+ 122	96	+ 230	188

\* 陸軍技術研究所高分子研究室長

應을 수반하고 있으므로 成形工程과 加黃工程을 잘 control 할 必要가 있는것, 고무製品의 用途는 自動車 tire를 위시해서 屈曲, 摩耗, 振動 및 伸縮等の 激烈한 動的要素를 包含하는 경우가 大部分이고 그 動的要素의 解析이 複雜하고 어려워져 아직 未知의 分野가 많은 外에 架橋高分子이라고 하는 rheology 的인 複雜한것이 얽혀있어 plastic 分野에서 開拓된 高分子科學도 아직 生覺하는것 처럼 힘이 미치지 않기 때문이다.

이와같이 天然고무의 性格이 複雜한 外에 解析法이 未完成이기 때문에 生覺할 餘地도 없이 合成고무의 天然고무에 對한 攻擊은 結局 非能率的인 시행착오를 반복하고 있는 狀態이다.

## 2. 充塡劑와 加黃의 問題

上述한 바와 같이 고무에는 多量의 充塡劑를 配合할 수 있다고 하는것은 結局 그렇게 할 必要가 있다는 것이다. 卽 粉末炭酸칼슘과 같은 값싼 充塡劑를 多量으로 配合해도 比較的 그 物性を 低下시키지 않고 cost를 떨어트릴 수 있고 또 carbon black 等の 補強性 充塡劑를 配合하므로써 오히려 純고무만의 경우와는 比較도 不될 程度로 強力한 고무製品을 만들수 있는 것이다. 그러나 이와같은 充塡劑의 作用은 고무와 充塡劑를 강한 비틀림의 힘에 依해서 混合하므로써 비로소 얻어지는 것으로서 이 강한 비틀림의 힘을 주기 위해서는 고무의 平均分子量은 plastic의 數倍 以上이어야 한다는것을 必要로 하고있다. 또 고무의 混合에는 roll이나 banbury mixer와 같은 強力한 設備가 必要하게 되고 따라서 強力한 混合에 수반하는 甚한 發熱때문에 강한 冷却이 要求된다. 이와 같은 混合時의 強大한 비틀림의 힘은 고무分子의 切斷과 경우에 따라서는 充塡劑 粒子의 破壞를 수반하고, 切斷된 活性인 고무分子端과 充塡劑의 粒子 或은 그 破壞에 依해서 生成한 活性表面과의 사이에 一次 또는 二次 結合을 生成시킨다고 하며 이것이 充塡劑에 依한 고무의 補強作用의 原因이라고 生覺되고 있다. 이와 같은 큰 平均分子量과 分子量 分布의 넓이는 充塡劑의 作用과 더불어 配合고무의 成形加工性(例컨대 calender 特性이나 押出特性等)을 複雜하게 하고 天然고무에 마추어서 만들어진 加工機械로서는 合成고무의 加工 利用이 한층 困難하게 되는 것이다.

고무 加工上의 또 하나의 問題點은 加黃이다. 이 黃에 依한 架橋法은 100餘年 前에 Goodyear 氏에 依해서 發見되어 只今까지의 긴 歷史의 사이에 고무加黃法은 藝術이라고 할 程度로 불리워져 왔다. 上記한 바와 같이 고무는 平均分子量이 크고 그 分子量 分布가 넓기 때문에 plastic에 比較해서 流動性이 나쁘고 그 成形加

黃에는 강한 壓力을 要하며 또 加黃反應을 수반하므로 그 成形加黃의 cycle은 길고 그러기 때문에 成形加黃의 設備가 고무加工의 cost에 미치는 比重은 plastic에 比較해서 현저하게 크다. 따라서 加黃時間을 短縮하기 위해서 強力한 各種 有機加黃促進劑가 開發되어 있으나 上述한 바와 같이 고무는 充塡劑나 加黃劑等の 混合時에 강한 發熱을 수반하므로 加工中에 잘못하면 加黃이 되어 成形이 不되는 경우도 있다. 이러한 現象을 고무가 “갓다”(scorch)고 하는데 이런 現象때문에 加黃溫度 以下에서는 거의 그런 現象이 일어나지 않고 加黃溫度(보통 140~150°C)가 되면 急速히 加黃되는 強力하고 또 scorch 防止性이 있는 加黃促進劑나 scorch 防止劑를 防止하고 加黃은 거의 妨害하지 않는 scorch 防止劑가 發達하였다. 이와 같이 現在의 고무工業은 安價한 加黃劑 卽 黃과 이를 補助하는 各種 加黃促進劑, scorch 防止劑, 其他의 加黃助劑를 驅使하여 比較的 高溫에서의 加工, 比較的 低溫 그리고 短時間에서의 加黃이라고 하는 相反되는 條件을 充足시키도록 發達하여 왔든 것이다.

이 黃에 依한 加黃의 긴 歷史는 새로운 合成고무가 黃 以外의 架橋法 卽 過酸化物 架橋法을 採擇하려고 할때에 큰 障害로서의 立場이 되는 것이다. 卽 위와 같은 scorch 性を 防止하고 架橋反應을 빠르게 한다고 하는 相反된 苛酷한 條件을 充足시켜서 새로운 架橋劑가 오랜 歷史밑에 洗練된 黃에 依한 加黃法의 領域까지 到達한다고 하는 것은 容易한 일이 아니기 때문이다.

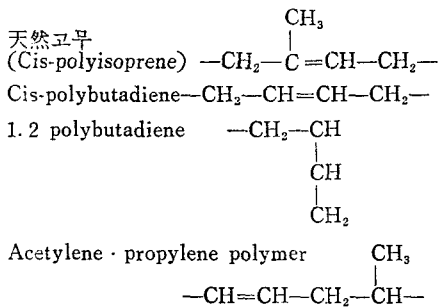
한편 前述한바와 같은 고무의 性格의 複雜性이나 製品用途의 激烈性(severe) 때문에 고무業界에서는 原料고무를 新種고무로 바꾼다는 것은 極히 慎重하게 다루고 있으며 대개 現在 自己가 使用하고있는 原料고무에 다 極히 一部分의 新種合成고무를 混用하여 製品을 出荷하고 다음에 樣相을 보아가면서 徐徐히 그 混合比率를 올리는 그런 方法을 쓰고있는 實情이다. 그러기 때문에 新種 合成고무로서 特히 tire等 大量生産 品種에 使用하는 汎用 合成고무의 경우는 天然고무와 같은 汎用고무와 混合하여 使用할수 있어야한다. 卽 黃으로 이것들과 마찬가지로 加黃되는 것이 要求된다. 그러나 그것뿐만 아니라 그 黃에 依한 加黃性 卽 加黃速度도 天然고무와 同等하지 않으면 안된다고 하는 것은 加黃이 빠른고무와 느린고무를 混合하여 加黃하게 되면 加黃이 빠른 고무가 먼저 加黃되어 黃 및 加黃促進劑等 助劑를 消費시켜 버리기 때문에 加黃이 느린고무는 加黃되지 않은채 남아버리기 때문이다. 말하자면 加黃이 느린 butyl고무에 加黃이 빠른 天然고무가 1~2割만 섞여 있어도 butyl고무는 거의 加黃되지 않게

되어버린다.

따라서 tire 와 같은 一般적으로 使用되는 合成 고무 卽 汎用 合成 고무는 먼저 黃으로 天然 고무와 마찬가지로 加黃되어야 하며 平均 分子量이 어느 程度 커하고 分子量 分布가 어느 程度 廣範하고 充塡劑에 依한 補強 作用이 이루어져야 하며 既存의 고무加工機械로 天然 고무와 마찬가지로 加工되어야 한다는 條件을 充足시킨 外에 고무의 必要條件인 glass 轉移點이 零下 40~50°C 以下이어야 한다는 것이 要求되는 것이다.

### 3. 合成 고무의 原料

上述한 바와 같이 汎用 合成 고무의 條件으로서 天然 고무와 마찬가지로 黃에 依한 加黃이 要求되는 것은 반드시 그 化學構造가 天然 고무와 類似해야 한다는 것이 아니고 말하자면 分子鎖中에 多量의 不飽和結合과 그에 隣接한 飽和結合을 가지고 黃에 依한 水素引拔 및 그에 수반하는 架橋를 일으키기 쉽도록 할 必要가 있다는 것이다. 이와 같은 polymer 는 理論上 2個의 不飽和를 가진 diene 類의 重合 또는 acetylene 類와 olefin 類의 共重合 등에 依해서 얻어진다.



그러나 acetylene 類의 共重合은 現在로서는 어려운 實情이고 結局 工業적으로는 얻기 쉽고 값이 싼 共役 diolefin 의 polymer 로 되어버린다. 卽 C<sub>4</sub> 의 1.3-butadiene, C<sub>5</sub> 의 isoprene, piperilene(N-pentadiene), C<sub>6</sub> 의 dimethyl butadiene 等이다. 이들 가운데 처음의 3가지는 어떤 것이나 naphtha 分解 gas 中에 相當히 含有되어 있고 ethylene 에 對해서 butadiene 은 그 數分の 1, isoprene 및 piperilene 은 어느 것이나 數 10分の 1 副生하게 된다. 따라서 日本에서의 合成 고무용 butadiene 은 naphtha 分解 BB 留分으로 부터의 抽出로는 充分히 얻을 수 없고 오히려 이 BB 留分은 그 가운데 30%以上 含有되고 있는 butadiene 을 除去하지 않으면 煤煙이 많아서 LPG 로서는 不適當하게 된다. 그러나 naphtha 分解 gas 中의 isoprene 은 그 副生量도 적고 精製도 困難하여 佛蘭西 石油研究所나 蘇聯 등에서 開發된 isobutylene 과 formalin 을 原料로 하여 dimethyl meta dioxane 을 經由하는 合成法, Goodyear

社에서 開發된 propylene dimer 의 脫 methane 法 或은 Shell 社에서 開發된 isoamylen 脫水素法과 比較해서 現在 어떤 方法이 有利한가는 豫測을 不許하는 바이다. 그러나 天然 고무의 價格으로 미루어 isoprene 은 적어도 60원/kg 이면 50원/kg 以下로 入手할 必要가 있고 現在의 上記 技術로서 果然 企業이 되느냐 않되느냐 하는 것은 微妙한 것이다. 남은 piperilene 과 dimethyl butadiene 은 어느 것이나 polymer 의 品質이 充分히 못하므로 現在로서는 合成 고무 原料로는 注目되지 않고 있는 實情이다.

그 外에 共役 diene 으로서는 neoprene 의 原料인 chloroprene 이 있다. Neoprene 은 耐油, 耐候, 耐熱性 其他 比較的 均衡이 잡힌 物性を 가지고 있으며 汎用 고무는 아니지만 表2와 같이 工業用品에 比較的 널리 使用되고 있다. Chloroprene 은 從來 acetylene 과 鹽酸을 原料로 해서 만들어졌으나 最近 英國의 메이스티러스社에서 butadiene 의 鹽素化, 脫鹽酸法에 依한 低cost

表 2. 合成 고무 品種別 消費 (1,000ton)

合成 고무 種類	1965 年			1970 年		
	自由國	美 國	日 本	自由國	美 國	日 本
SBR	2,050	1,057	129	2,500	1,075	190
polybutadiene	230	150	9	400	275	50
Polyisoprene	50	35	2	175	100	16
EPR, EPT	15	10	—	75	50	6
Butyl 고무	155	75	13	160	65	21
Neoprene	160	100	13	170	90	20
Nitrile 고무	100	43	7	135	50	10
其 他	30	20	2	35	25	2
計	2,800	1,490	175	3,650	1,730	314

合成法이 開發되어 注目を 끌고있으며 日本에서도 企業化할 計劃이 서고있다고 한다.

이와 같이 共役 diene 類는 어떤 것이나 naphtha 分解 gas 의 C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> 및 C<sub>5</sub> 留分을 原料로 하고 butadiene 은 그 C<sub>4</sub> 留分の 3分の 1~2分の 1 을 占有하며 naphtha 分解가 大型化함에 따라 그 利用法으로서 注目を 끌게 되었다. 이것은 naphtha 分解에 依한 石油化學의 計劃에 特別히 高沸點 留分の 有効利用法으로서 어느 企業에서나 合成 고무 計劃을 세우지 않게되어 처음에 記述한 바와 같이 合成 고무의 生産過剩이나 過度競爭에 拍車를 加하는 것이 되었기 때문이다.

### 4. Butadiene 系 合成 고무

Butadiene 系 合成 고무로서 가장 보편적인 것은 乳化重合 SBR(butadiene-styrene rubber)이다. Polybutadiene

의 결합樣式으로서는 trans型, cis型 및 1,2型的 3種이 있으며 乳化重合(radical)의 경우에는 trans型이 大部分으로 約 3/4을 占하고 나머지 1,2型으로 되어 있으나 加工性이나 物性面에서 이 polybutadiene 고무는 適合치 않으며, 여기에 20~30%의 styrene을 共重合하므로서 汎用고무 SBR로 널리 利用하게끔 되었다. 卽 表2에서도 보는바와 같이 現在의 合成고무의 70~80%가 이 乳化重合 SBR이다. 이에 對處해서 數年前 Ziegler系 觸媒를 使用하므로서 天然고무 poly cis-isoprene과 같은 構造의 poly cis-butadiene을 製造하게 되어 그 優秀한 耐摩耗性, 低發熱性 耐低溫性 등으로 一躍 注目を 받게 되었으나 理想的인 butadiene 고무라 고만 여겨졌던 이 poly cis-butadiene에는 豫期하지 않았던 缺點이 있었다.

Poly cis-butadiene이 天然고무와 다른點은 側鎖로서의 methyl基의 有無이지만 이것이 poly cis-butadiene 고무의 構造를 天然고무보다 安定化시켜 耐老化性으로 하는 方便 일단 切斷된 poly cis-butadiene 고무分子의 radical은 훨씬 活性으로서 바로 分子間 結合에 依한 架橋反應을 일으키기 쉽도록 된다. 이에 反해서 天然고무의 切斷된 分子는 그 自身이 容易하게 安定化되어 再結合을 일으킨다. 天然고무가 roll素鍊에 依하여 좋은 加工性을 나타내게 되는것은 이 順應性에 基因한 것으로서 이와 反對로 合成고무쪽은 위와 같은 理由로 素鍊에 依한 分子량이 低下가 잘 일어나지 않고 天然고무와 같이 加工性의 改良이 望된다. 이와 같은 것이 原因이 되어 butadiene 고무製의 tire는 天然고무와 달라서 走行中에 架橋가 進行하여 耐摩耗性은 좋아지지만 方便 軟化되기 쉬워진다.

그러므로 道路條件이 나쁜 나라에서는 이러한 影響이 顯著하기 때문에 現在 poly cis-butadiene 고무의 利用範圍는 制限되어 大型 tire에는 使用하지 않고 있다. 方便 이 poly cis-butadiene과 거의 같은 무렵에 Firestone社에서 lithium 觸媒를 使用해서 trans 結合을 2/3程度 含有하는 polybutadiene이 開發되었으나 이것도 역시 위의 poly cis-butadiene의 缺點을 피할수는 없었다. 이들 缺點은 butadiene에 styrene을 共重合하여 만든 溶液重合 SBR에 依해서 어느程度 改善되는 것을 알 수 있었으나 한편으로는 發熱性, 彈性, 耐低溫性이 天然고무에 미칠수없다. 結局 polybutadiene 고무와 SBR(乳化重合이나 溶液重合도)은 各各 一長一短이 있으나 八方美人的인 天然고무에는 미치지 못한다는 것이다. 現在乳化重合 SBR이 量産化되어 低價格으로 되었음을 미루어 보아 物性上 既存의 乳化重合 SBR 또는 poly butadiene 고무에 比해서 相當한 長點이 없이는 新種 合成고무의 進出은 어려울 것으로 보인다.

## 5. Isoprene系 고무

Isoprene系 고무는 butadiene 고무에 比해서 上述한 바와같은 構造上에서 오는 여러가지 長點을 가지고 있으며 天然고무를 包含해서 high cis 結合의 polyisoprene 고무는 다른 合成고무에서 볼수없는 特徵을 가지고 있다. 그 하나는 未加黃配合고무의 強度로서 이를 고무業界에서는 green strength라고 하는데 一般 合成고무에 比해서 數倍 強하며 tire等 고무製品을 당겨서 합치는 加工을 할때에 必要로하는 性質로서 特히 radial tire나 또는 其他 balance를 重視하는 高速用 tire의 製造에는 重要的 性質이다. 또하나의 特徵은 引裂強度 特히 高溫(100°C附近)에서의 強度로서 다른 合成고무의 追從을 不許한다. 이는 truck, bus等의 大型 tire等 高荷重으로 發熱이 큰 tire의 경우에 特히 必要的 것으로서 現在 이 分野에서는 다른 合成고무는 거의 使用되지 않고있는 實情이다. 이와 같은 特徵과 high cis-polyisoprene의 構造와의 關係는 아직 明確치는 않으나 high cis-polyisoprene 고무分子가 配向하기 쉬운 것이 그 하나의 原因이 아닌가 傳해지고있다. butadiene代身에 比較的 高價인 isoprene을 使用하여 合成天然고무를 만들지 않으면 안되는 理由는 이것이 아니면 안되는 그 特徵 때문이며 더구나 거기에는 high cis의 polyisoprene이 아니면 안된다. 그러나 現在 titanium을 含有하는 Ziegler系 觸媒를 利用하여 만든 合成天然고무에서도 上記 物性에 있어서는 아직 天然고무에 미치지 못하고있다. 이 原因은 分析으로 나타나지 않을만한 cis 含有量의 差異나 或은 다른 原因에 依한 것이냐가 아직 밝혀지지 않고있다. 方便 Shell社에서 lithium 觸媒를 使用하여 合成한 cis 含量 95% 以下の polyisoprene이 比較的 廉價로 販賣되고 있으나 위와 같은 物性이 떨어지므로 主로 天然고무와 混合해서 補助的으로 使用되고 있는 程度이다.

## 6. 非 Diene系 合成고무

前述한 바와 같이 現在 새로운 合成고무가 고무工業에 位置하기 위해서는 먼저 黃에 依한 加黃이 되어야 한다는 것이 先行條件이다. 勿論 EPR(ethylene propylene rubber), silicon rubber, acryl rubber等 黃에 依한 加黃이 되지않는 고무도 몇가지 使用되고 있으나 一部 特殊用途에 限定된 實情이다. 따라서 非 diene系 monomer를 原料로할 경우에는 同時에 diene系 monomer等을 少量 共重合하여 黃에 依한 加黃性으로 하는것이 가장 重要的 命題이다. 卽 EPR은 dicyclopentadiene等과 共重合한 EPT(ethylene propylene terpolymer)로하고, 또는 butyl 고무는 isobutylene에 isoprene을

共重合하므로써 黃에 依한 加黃性을 附與하고 있으며 그 外에 위의 acryl rubber 나 silicon rubber 등도 黃에 依한 加黃性인 것으로 改良하기 위하여 研究를 進行하고 있다. 그러나 위에 記述한바와 같이 需要가 많은 汎用고무로 하기 위해서는 그 加黃速度도 天然고무 또는 SBR 程度가 되어야한다. 그러기 위해서는 적어도 10%程度의 diene系 monomer 를 共重合시킬 必要가 있다고 여겨지나 上記 EPT, butyl rubber 등 ion 重合 고무에서는 이것이 容易한 일이 아니다. 따라서 모처럼 低價格의 고무라고 期待를 가지고 환영했던 EPT도 아직은 汎用고무로는 되지 않았고 그 發展은 表2에서 보는 바와같이 제자리 걸음 狀態이고 現在 各國에서 加黃이 빠른 EPT 開發에 最善을 다하고 있는 實情이라고 하겠다. 그렇다면 合成고무는 黃에 依한 加黃이 되지 않으면 今後로도 永久히 고무工業에서 활개를 칠 수 없을것이나 黃에 依한 加黃고무라해도 耐熱성이 떨어지는 따위의 缺點이 있고해서 언젠가는 黃에 依한 加黃에 對抗할만한 새로운 加黃法이 普及될때가 올 것으로 믿어진다. 그러나 그러기 위해서는 黃과 對抗할 수 있는 廉價인 加黃劑일것, 前述한바와 같은 scorch가 없고 또 短時間 加黃이 可能하게 되는것等 越等하지 않으면 안되는 難關도 많다. 그 解決을 위해서는 今後 적어도 10年 程度는 必要할것으로 生覺되나 萬一 이것이 解決되어 汎用合成고무로 부터 diene 系라고 하는 굴리를 벗길수 있게 되면 合成고무의 分野는 보다 自由로히 變창할수 있는 길이 열릴것으로 生覺되는 바이다.

### 7. 合成樹脂와의 對決

고무와 plastic 이 크게 다른것은 加黃을 하느냐 하지 않느냐와 分子量 및 그 分布 그리고 glass 轉位點이다. Plastic 이 高能率의 射出成形을 發판으로 하여 고무工業을 제치고 크게 發展된 것은 이들 다른點 때문이

다. 그리하여 고무工業서에도 特히 손을 많이 써야하는 靴類工業等에서는 現在 勞動力의 不足때문에 射出成形方式을 採用하지 않으면 안되게 되었다. 이때 가장 問題되는 것은 역시 加黃이다. 最近 射出成形時의 加黃時間은 2分以下로까지 短縮되었으나 射出成形의 cycle 은 plastic 의 10배가까히 必要로하고 高價인 射出成形機를 使用했을때 稼動率의 倍가까운 handicap 은 오로지 고무工業에는 무거운 짐이 아닐수 없다. 그러나 이것도 언젠가는 勞賃의 急上昇 때문에 相殺되리라 여겨진다.

한편 이 加黃問題의 根本的인 解決法으로서 加黃 不要의 고무가 plastic 쪽과 고무쪽의 양쪽에서 나타나기 始作하고있다. 卽 前者는 ethylene 과 酢酸 또는 acryl ester 과의 共重合物 및 urethane 고무等이고 後者는 Shell 社에서 開發된 thermoplastic 卽 butadiene 과 styrene 의 block polymer 이다. 前者는 彈性, 비틀림回復性에 있어서 아직 完全한 고무라고는 할수없고 用途도 限定되고 있으나 後者는 거의 完全한 고무라고 할수있는 性質을 具備하고있다. 이는 butadiene 의 고무狀 block polymer 를 물고있는 styrene 의 高凝集性 block polymer 部分이 架橋와 같은 活動을 하고있는 것이다. 따라서 이것은 plastic 과 같이 高性能으로 射出成形되는 고무工業에 있어서는 하나의 劃期的인 고무라고 할수있다. 다만 現在로서는 이 고무에도 致命的인 缺點이 두가지가 있다. 卽 耐熱성이 겨우 60°C 인點, 耐油性이 거의 zero(고무는 겨우 膨潤하는 程度이지만 이는 溶解하여 버린다)인 點으로서 現在 그 用途는 運動用具, garden hose, 고무 band 등 아주 一部에 限定利用되고 있다. 그러나 이 새로운 고무가 突破口가 되어 가까운 將來에 반드시 耐油, 耐熱性 thermoplastic 이 完成될 것으로 期待되는 바이다. 이는 적어도 勞賃 上昇으로 고민하고 있는 고무工業界에 있어서 救世主가 될것이며 그렇게 되기를 期待하는 바이다.

### <Topic 2>

#### Du pont 의 새로운 弗素樹脂

Du pont 의 새로운 製品인 이 弗素樹脂는 다른 plastic 과달라 좋은 電導體이다. 抵抗은 100 ohm-cm 에서 10<sup>10</sup> ohm-cm 이다. 標準teflon 은 10<sup>17</sup> ohm-cm 以上の 抵抗이다. Du pont 은 이를 XR 라 命命하고 있으며 弗化炭素의 骨格에 Sulfon 酸基가 붙어서 ion 性의 電導體를 이루고 있다.

이는 아주 새로운 idia 는 아니고 이와같은 cation 樹脂가 몇가지 市販되고 있다. 그러나 XR 과 같은 低抵抗성과 弗化炭素의 高性能 卽 耐熱, 耐藥品성과 良好한 機械的性質을 兼備한 것은 없다. 最初의 應用은 GE 가 NASA 때문에 開發한 350 watt 의 燃料電池用의 圓形電解質이다. Dupont 은 sheet, tube, filament 및 成形品의 形으로 供給하려고 하고 있다. 25cm 平方으로 두께 0.25mm 의 sheet 는 數量에따라 다르나 1枚에 100~150 dollar 이다.