

# 부틸고무의 特殊用途

李 源 善\*

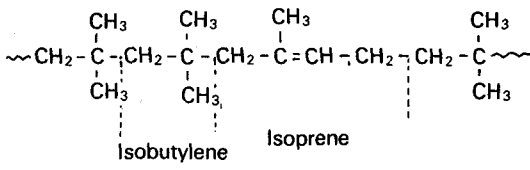
## 1. 序 論

부틸고무는 1942년부터 사용하고 있는 주요 합성고무중의 하나이며 지난 25年間 할로젠화 부틸고무 등 特殊 부틸고무가 開發되어 사용되어 왔다.

自由世界の 부틸고무의 사용량은 約 42.5만톤이며 1990년에는 約 50만톤으로 推定하고 있다. 부틸고무는 生産량의 約 80%를 自動車 및 自轉車用 튜브, 튜브레스 타이어의 인너라이너용으로 사용하고 있으며 나머지 約 20%는 醫藥用 병마개, 自動車용 마운팅 고무, 가스켓 등 特殊用途에 사용되고 있다. 여기에서는 부틸고무의 特殊用途에 대하여 Polysar Limited의 K. J. Kumbhani의 報告를 要約해서 說明하고자 한다.

## 2. 重 合

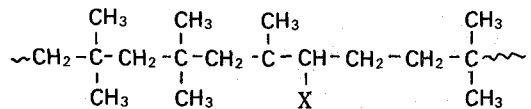
부틸고무는 이소부틸렌(isobutylene)과 少量의 이소프렌(isoprene; 0.5~2.5 mol%)을 共重合시켜 만들 수 있으며 이 부틸고무의 構造는 아래와 같다.



\*大韓타이어工業協會 技術部長

부틸고무는 種類에 따라 다르지만 一般的으로 isoprene 單位當 isobutylene이 平均 50~200으로 되어 있다. 또한 부틸고무는 構造내에 二重結合이 있는데 이 二重結合은 加黃反應이 잘 일어날 수 있도록 하는 役割을 해준다. 또한 이 二重結合에 다른 附加反應이 일어나기 前에 Br, Cl과 같은 할로젠族 元素가 反應하여 브로모 부틸 또는 클로로 부틸고무가 된다.

할로젠화 부틸고무의 구조는 아래와 같다.



여기에서 X는 Br 또는 Cl

부틸고무는 isobutylene, isoprene, divinyl benzene의 terpolymer이며 divinyl benzene은 重合反應時 生成된다.

## 3. 製造方法

### 3.1. 부틸고무

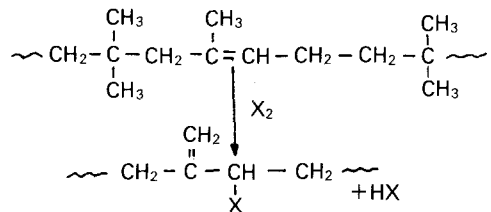
Isobutylene에 1.5%~4.5%의 isoprene을 混合하여 重合反應 調整劑인 methyl chloride(CH<sub>3</sub>Cl)를 加하여 充分히 混合시킨 다음 -95°C~-98°C까지 冷却시킨 후 連續的으로 重合反應器에 넣으며, 한

편으로는 重合觸媒인 無水塩化알루미늄( $AlCl_3$ )을 methyl chloride에 희석시킨 다음  $-95^{\circ}C \sim -98^{\circ}C$ 까지 冷却시킨 후 連續的으로 重合反應器에 넣는다. 이 反應은 순간적으로 일어나면서 부틸고무가 만들어 지지만 反應은 發熱反應이며 이 溫度가 부틸고무物性에 큰 影響을 미치기 때문에 反應溫度를  $-95^{\circ}C \sim -98^{\circ}C$  維持하기 위하여는 重合反應器 주위의 자켓에 液化에틸렌을 통과시켜 이의 氣化潛熱로서 反應熱을 除去하여 冷却시킨다. 부틸고무 會社에서는 重合反應器의 冷却이 아주 重要하기 때문에 이 重合反應器를 冷却하기 위한 液化에틸렌을 供給하는 冷却施設이 아주 큰 施設中의 하나로 되어 있다. 부틸고무의 가장 重要한 두가지 要素인 isoprene量과 分子量이 이 重合反應에서 決定된다. isoprene量은 原料投入時 잘 調整함으로써 管理할 수가 있다. Methyl chloride 및 未反應 炭化水素의 混合物中에는 아주 적은 微細한 고무粒子가 뜨면서 slurry가 生成되지만 이 slurry는 重合反應器 밑에서 連續的으로 供給되는 原料 및 觸媒溶液이 機械的인 힘으로 重

合反應器 上部로 밀려 올라가게 됨에 따라 重合反應器 上部에서 넘쳐흘러(overflow) 蒸發器 上部로 들어가게 된다. 蒸發器에 들어간 slurry는 熱水中에서 混合되면서 methyl chloride와 未反應 炭化水素가 分離되고 同時에 觸媒를 分解한다. 여기에서 蒸發된 氣는 壓縮하여 活性 alumina로 乾燥시킨 후 다시 壓縮하여 分留塔에 넣어 蒸留精製하여 再使用한다. 한편 蒸發器中에 methyl chloride 또는 未反應 炭化水素와 分離된 부틸고무는 凝固를 防止하기 위하여 부틸고무에 대하여 1% 程度의 스테아르酸 亞鉛(zinc stearate), 스테아르酸(stearic acid), 스테아르酸 칼슘(calcium stearate)을 넣는다. methyl chloride, 觸媒에서 나오는 HCl을 中和하기 위하여 NaOH를 넣으며 또한 부틸고무에 대하여 1% 程度의 老化防止劑도 投入한다.

### 3.2. 할로겐화 부틸고무(Halobutyl)

부틸고무를 브로모화 및 클로로화한 고무를 말하며 반응식은 아래와 같다. 反應器에서 나온 할로겐화



부틸고무는 NaOH 또는 過量的 할로겐으로 中和시킨다. 할로겐화 부틸고무를 製造할 때에는 安定劑 및 老化防止劑를 넣는다.

### 3.3. 架橋부틸고무(Crosslinked Butyl)

1968年 Oxley는 isobutylene/isoprene/divinyl benzene의 重合反應이 아래와 같이 2段階로 連續 1段階

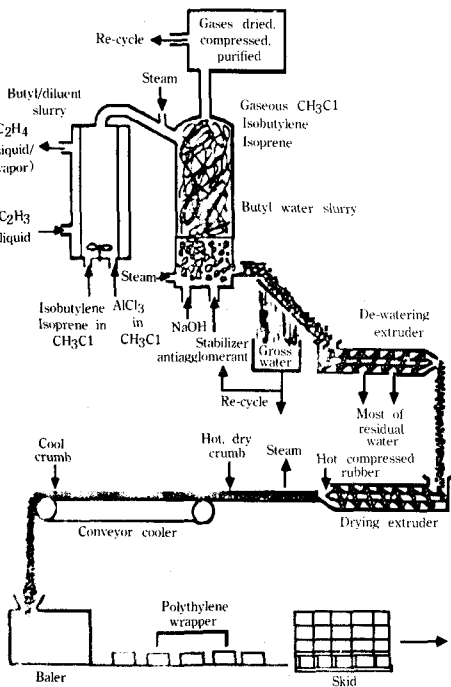
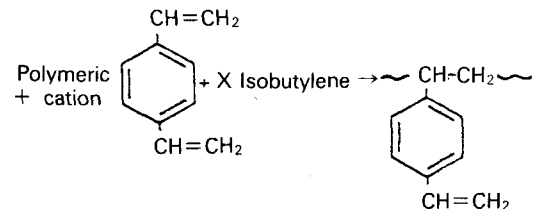
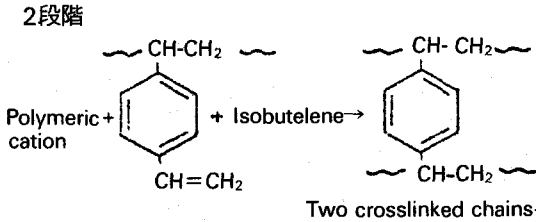


그림. 1. 부틸고무의 製造方法

的으로 일어나는데, 이때 架橋가 形成된다고 說明하고 있다.



一般 부틸고무는 di-isobutylene 같은 溶媒에는 잘 溶解되지만 架橋부틸고무는 잘 溶解되지 않는다. 架橋부틸고무는 耐流動性, 耐老化性, 耐候性이 良好하고 다른 부틸고무가 갖고 있는 特性도 갖고 있어 실란트, 실란트 테이프(sealant tape) 및 接着고무에 많이 使用되고 있으며 未加黃狀態로 使用되고 있다.

#### 4. 基本的인 特性

##### 4.1. 부틸고무

부틸고무에 있어서 重要한 特性의 하나인 空氣透過性, 溶媒性 등이 부틸고무의 分子量과 밀접한 關係가 있다. 부틸고무와 다른 合成고무와의 物性比較를 表 1에 나타냈다.

表-1. 부틸고무와 다른 合成고무와의 物性比較

合成고무種類 특성	NR	SBR	BR	CR	NBR	EPDM	IIR
空氣透過性	P	P	P	G	G	P	E
彈性	E	G	E	G	G	G	P
耐熱性	P	P	P	G	G	E	E
耐候性	P	P	P	G	P	E	E
耐酸, 耐알칼리性	P	P	P	G	P	E	G
耐油, 耐燃料油性	P	P	P	G	E	P	P

P: 不良      G: 良好      E: 優秀

또한 부틸고무는 電氣絶緣性 및 耐屈曲性이 優秀하고 또한 摩擦係數가 크다. 衝擊吸收性 및 에너지 吸收性이 優秀하기 때문에 衝擊材(shock absorber), 防振고무, 防音材로서 使用되고 있다. 부틸고무의

가장 重要한 特性中的 하나인 空氣를 잘 透過시키지 않는다는 것인데 이러한 特性을 利用하여 타이어용 인너튜브, 축구공의 bladder, 醫藥用 병마개, 其他 空氣透過性이 적은 고무製品에 使用되고 있다. 또한 부틸고무의 耐熱性을 利用하려는 타이어 製造用 bladder 및 타이어 加黃用 curing bag, 各種 機械用 고무部品에 使用되고 있으며 耐오존성, 耐候性, 電氣絶緣性의 優秀性을 利用해서 電氣絶緣製品, 自動車用 고무部品에 使用하고 있다. 또한 彈性이 적은 性質을 利用해서 自動車의 마운팅 고무와 같은 防振고무에 使用되고 있다.

부틸고무는 植物性油 및 脂肪, 動物性油 및 脂肪, 에스테르계통의 潤滑油에 대한 耐老化性, 耐膨潤性이 良好하며 또한 耐酸, 耐알칼리性도 좋다.

##### 4.2. 할로겐화 부틸고무(Halobutyl)

할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무보다도 加黃이 빠르고 다른 合成고무에 使用하는 加黃劑를 그대로 使用할 수가 있다. 또한 할로겐화 부틸고무는 NBR, SBR, CR, EPDM 같은 合成고무와 블렌딩(blending)할 수가 있으며 共加黃도 할 수 있기 때문에 할로겐화 부틸고무와 다른 合成고무를 잘 選擇해서 블렌딩하여 共加黃을 하면 最適의 物性を 얻을 수가 있다. 특히 할로겐화 부틸고무는 不飽和고무와 블렌딩하여 加黃함으로써 다른 고무와의 接着力이 向上된다.

그 한 例로서 튜브레스 타이어의 인너라이너, 사이드월에 할로겐화 부틸고무를 使用함으로써 카스 고무와의 接着力이 향상된다. 할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무보다 平坦加黃이 되므로 耐熱性이 良好하고 永久壓縮 줄음률이 적어 이러한 特性이 要求되는 고무製品에 할로겐화 부틸고무를 使用하면 좋다. 할로겐화 부틸고무 配合에는 亞鉛華를 加黃劑로 使用하고 加黃促進劑를 적게 使用하는 것이 좋으며 특히 할로겐화 부틸고무로 醫藥用 고무製品을 만들 때에는 加黃促進劑를 많이 使用해서는 안된다. 왜냐하면 加黃促進劑가 抽出되어 毒性이 問題가 되기 때문이다. 結論의으로 말하면 할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무보다 加黃이 빠르고 NR, CR, BR, SBR과 같은 不飽和고무와 共加黃이 可能

하여 耐熱성이 良好하고 永久壓縮 減縮률이 적고 다른 고무와의 接着力도 좋다.

### 4.3. 架橋부틸고무(Crosslinked Butyl)

架橋 부틸고무는 一般 부틸고무가 갖고 있는 特性 以外에도 이 配合고무는 流動이 많지 않으며 잘 찢어지지 않는다. 이 고무는 溶媒에도 溶解되며 이 架橋 부틸고무에는 divinyl benzene이 있어 過酸化劑 加黃이 可能하다. 앞에서 說明한 바와 같이 부틸고무는 아래와 같은 特性을 갖고 있다.

(1) 空氣透過성이 적다.

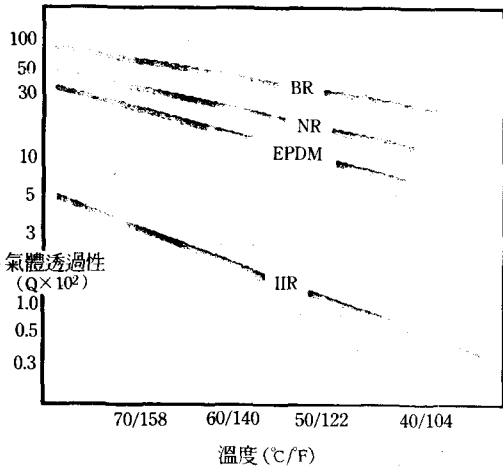


그림 2. 合成고무 種類別 溫度에 따른 氣體透過性

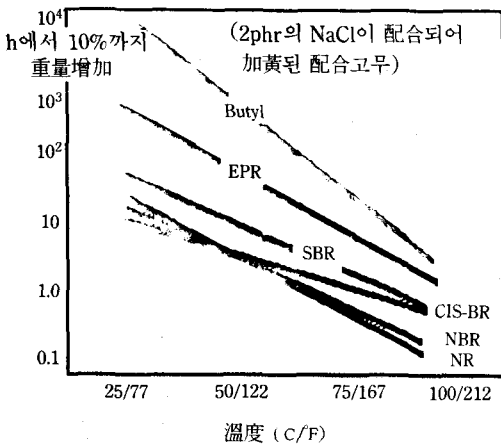


그림 3. 各種合成고무의 溫度에 따른 吸水性

- (2) 에너지 吸收力이 크다.
- (3) 耐化學藥品성이 優秀하다.
- (4) 耐熱性, 耐蒸氣성이 良好하다.
- (5) 不純物이 없다.

그림 2에는 各種 合成고무의 種類別 溫度에 따른 空氣透過性을 나타냈으며, 그림 3에는 各種 合成고무의 溫度에 따른 吸水性을 나타냈다. 表 2에는 各種 合成고무 種類別 氣體透過係數를 나타냈으며, 그림 4에는 合成고무 種類別 溫度에 따른 彈性을 나타냈다. 表 3에는 부틸配合고무(카본블랙 및 黃加黃)의 典型的인 體積膨脹率을 나타냈다.

表-2. 各種合成고무 種類別 氣體透過係數

合成고무種類	氣體種類						
	H <sub>2</sub>	HE	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	H <sub>2</sub> O
IIR	7	8	0.3	1	5	14	100
SBR		13	1.7				
EPDM		21	5				450
NR			9	23	150	170	2000
BR		32	19				
NBR	12	10	0.6	2	18		
CR	13		1.2	4	26	0	900

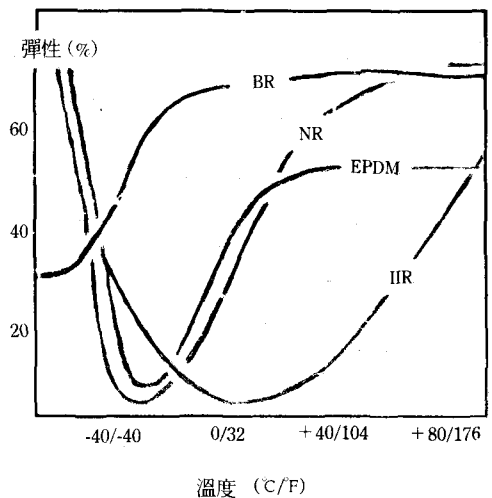


그림 4. 各種合成고무의 溫度에 따른 彈性

4.4. 부틸고무의 選擇

어떤 特殊用途의 고무製品에 어떤 부틸고무를 選

択하여 使用하는 것이 가장 좋은가를 考慮할 때에는 우선 그 고무製品의 要求性能과 選擇 使用할 부틸고무의 加黃速度를 생각하여야 한다. 부틸고무는 不飽和도가 0.7~2.2mol%이며 不飽和도가 增加할

表 - 3. 부틸고무를 25°C(77°F)에서 各種 化學藥品에 7日間 浸漬시킨 후의 膨潤率(%)

거의 膨潤이 안됨 (3% 程度 膨潤)

化學藥品種類	膨潤率(%)	化學藥品種類	膨潤率(%)
Acetic acid (glacial and 6%)	0	Hydrochloric acid(37%)	0
Acetone	1.5	Linseed oil	3
Ammonium hydroxide(30%)	0	Nitric acid(10%)	0
Amyl alcohol	3	Nitropropane	0
Aniline	0	Olive oil	3
Butyl carbitol	1.5	Phenol(5% aq)	1.5
Castor oil	0	Phosphoric acid(85%)	0
Cellosolve	0	Potassium dichromate(5%)	0
Dibutyl phthalate	1.5	Sodium hydroxide(20%)	0
Ethanol	0	Sodium hypochlorite	0
Ethylene diamine	1.5	(aq. 6% avail Cl)	
Formaldehyde	0	Sodium peroxide(5%)	0
Glycerine	0	Sodium thiosulfate(95%)	0
Hydrogen peroxide(5%)	0	Sulfuric acid(10%)	0

약간 膨潤 (3~20% 膨潤)

化學藥品種類	膨潤率(%)	化學藥品種類	膨潤率(%)
Cyclohexanone	20	Ethyl acetate	15
Dioxane	10	Nitrobenzene	10

膨潤이 많이 됨 (20% 以上 膨潤)

化學藥品種類	膨潤率(%)	化學藥品種類	膨潤率(%)
Benzene	120	Ethyl dichloride	30
Carbon disulfide	190	Ethyl ether	80
Carbon tetrachloride	250	Heptane	170
Chlorobenzene	180	Hexane	160
Chloroform	220	Iso-octane	160
Cyclohexane	270	Turpentine	220
		Xylene	210

完全 破壞

化學藥品種類	膨潤率(%)	化學藥品種類	膨潤率(%)
Nitric acid(conc)	破壞	Sulfuric acid(conc)	破壞

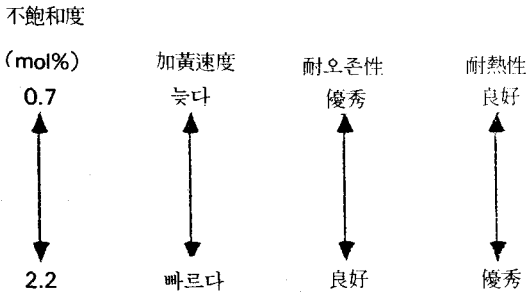


그림 5. 부틸고무의 不飽和度(mol%)에 따른 加黃速度, 耐오존性, 耐熱性 關係

수록 加黃速度는 빨라지고 耐熱性은 向上되지만 耐오존性은 不良해진다(그림 6 參照).

고무粘度(分子量)는 加工性에도 큰 影響을 미친다. 例로서 押出하여 만드는 고무製品인 경우에는 고무粘度가 높은 것이 좋다. 粘度가 높은 부틸고무는 카본블랙 및 기름을 많이 配合할 수가 있어서 低溫에서의 收縮을 減少시킬 수 있으며 加工性도 良好해지고 原價節減도 할 수 있다. 어떤 고무製品의 配合를 設計할 때 브로모 부틸, 클로로 부틸고무 중에서 어떤 것을 選擇하여 使用할 것인가를 檢討할 때에는 加黃速度가 빨라야 되고 tight 加黃이 必要하며 耐熱性, 合成고무와의 相溶性이 좋아야 되고 不飽和도가 높은 것이 必要한 경우에는 브로모 부틸고무를 選擇하는 것이 좋다.

또한 브로모 부틸고무는 加黃劑를 많이 使用하지 않기 때문에 고무製品에서 加黃劑 抽出이 적어 야 되는 醫用 고무製品에 많이 使用되고 있다. 架橋 부틸고무는 주로 실란트, 실란트 테이프로 使用된다.

## 5. 부틸고무의 基本配合

### 5.1. 加黃시스템

부틸고무는 不飽和도가 낮아 加黃速度가 늦기 때문에 加黃速度를 빠르게 하기 위하여는 超促進劑를 配合할 必要가 있다. 一般적으로 우리가 加工性, 加黃速度, 物性의 平衡을 맞출수만 있다면 黃加黃 시스템으로 하는 것이 좋다. 耐熱性, 耐오존性,

耐電壓性이 良好하면서 加黃速度가 빠르고 tight 加黃이 必要한 경우에는 퀴노이드(quinoid) 加黃 시스템으로 하는 것이 좋다. 또 타이어 加黃用 curing bag, bladder 및 耐熱性 고무製品은 樹脂(resin) 加黃 시스템이 좋다. 表 4에 黃加黃, 퀴노이드(quinoid) 加黃, 樹脂(resin) 加黃 시스템에 대한 配合內容을 나타냈다.

表-4. 加黃 시스템

#### 黃(Sulfur) 加黃 시스템

配合	phr
Butyl rubber	100
Zinc oxide	5
Sulfur	0.5 to 2.0
Thiuram or dithio-carbamate accelerator	1 to 3
Thiazole accelerator	0.5 to 1

#### 퀴노이드(Quinoid) 加黃 시스템

配合	phr
Butyl rubber	100
Zinc oxide	5
Quinone dioxime(GMF)	2
Red lead	10
Sulfur	0.5

#### 樹脂(Resin) 加黃 시스템

配合	phr	phr	phr
Butyl rubber	100	100	100
SP 1045(1)	7	-	7
SP 1055(2)	-	7	-
Stannous chloride	4	-	-
Neoprene	-	-	10
Zinc oxide	-	5	5

- (1) Reactive phenol formaldehyde resin
- (2) Brominated phenol formaldehyde resin

## 6. 其他 配合劑

부틸고무는 不飽和도가 낮기 때문에 黃加黃이 可能

한 不飽和도가 높은 다른 고무와도 相溶性이 不良할 뿐만 아니라 不飽和도가 높은 軟化劑 및 脂肪酸과도 相溶性이 좋지 않다. 이와 같이 不飽和도가 높은 軟化劑 및 脂肪酸은 加黃速度를 늦게 하여 未加黃이 되게 한다. 이와 같은 理由 때문에 不飽和도가 낮은 기름 또는 왁스를 부틸고무 配合時 軟化劑 또는 加工助劑로 使用하고 있다. 充填劑로서는 주로 카본블랙 및 無機充填劑를 使用하고 있으며, 이와 같은 充填劑를 配合함으로써 加工性 및 物性を 向上시킬 수 있고 原價도 節減할 수가 있다.

## 7. 부틸고무의 特性

### 7.1. 耐熱性

부틸고무의 耐熱性 및 彈性은 부틸고무의 不飽和도에 따라 左右된다. 즉, 不飽和도가 높은 부틸고무는 加黃後 架橋密度가 높으며 不飽和도가 낮은 부틸고무는 加黃後 架橋密度가 낮게 된다. 따라서 架橋密度가 높으며 不飽和도가 높은 부틸고무가, 架橋密度가 낮으며 不飽和도가 낮은 부틸고무보다 架橋密度 破壞速度가 늦기 때문에 耐熱性이 良好하고 老化後 彈性도 좋다. 이와 같은 內容을 그림 6에 나타냈으며 이 그림에서는 부틸고무를 149°C (300°F)에서 時間別로 老化시켜 架橋密度 破壞試驗 結果를 나타낸 것이다.

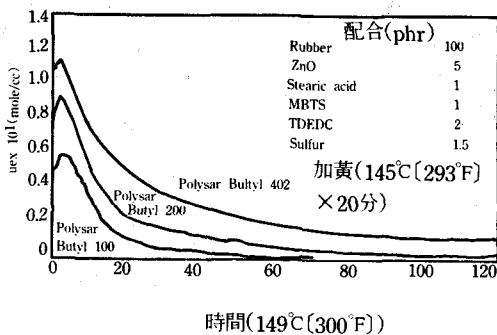


그림 6. 부틸고무의 老化後 架橋密度 破壞

위 그림에서 60時間 老化後의 부틸고무를 보면

不飽和도가 가장 낮은 부틸고무는 老化가 많이 되어 未加黃 고무처럼 되는 反面 不飽和도가 가장 높은 부틸고무는 老化가 많이 되지 않아 그대로 彈性을 維持하고 있다. 부틸고무 老化에 影響을 주는 要因中에서 두번째로 重要한 要因은 加黃시스템이다. 黃加黃 시스템中에서 黃을 많이 配合하고 促進劑를 적게 配合하는, 所謂 high sulfur/low accelerator의 加黃시스템의 부틸고무는 polysulfide 架橋가 不安定하여 老化後에는 고무가 軟化되어 버린다. 그러나 黃을 적게 配合하는 low sulfur나 sulfur donor 加黃 시스템의 부틸고무는 熱的으로 安定되어 있어 耐老化性이 좋다. 또한 퀴노이드 加黃 시스템의 부틸고무도 高溫에서 架橋가 安定되어 있기 때문에 耐熱性이 좋으며 樹脂加黃 시스템의 부틸고무도 耐熱性, 耐酸化性이 良好하여 高溫에서 使用하는 고무製品에 아주 좋다. 加黃시스템에 따른 老化特性을 보기 위하여 各種 加黃시스템別로 부틸고무를 配合하여 177°C(350°F)에서 7日間 老化시킨 結果 黃 및 sulfur donor 加黃시스템은 物性を 測定할 수 없을 정도로 老化되었고, 퀴노이드 加黃시스템은 物性を 測定할 수 있을 程度이나 老化가 많이 되었으며, 樹脂加黃 시스템은 老化後에도 彈性을 그대로 維持하고 있어 耐熱性이 가장 良好하였다. 149°C(300°F)以上에서 使用하는 부틸고무 製品의 加黃시스템은 樹脂加黃 시스템이 가장 좋다.

### 7.2. 耐오존性

부틸고무의 오존龜裂 成長速度는 不飽和도가 낮은 부틸고무가 不飽和도가 높은 부틸고무보다 늦다. 즉, 耐오존性이 良好하며 應力을 받고 있는 고무는 안받고 있는 고무보다 오존 龜裂이 몇 배 많이 發生한다. 원래 부틸고무는 耐오존性이 良好하지만 오존 龜裂도 發生하므로 配合 設計時에는 耐오존性에 影響을 주는 아래 要因에 대하여도 考慮하여야 된다.

#### 1) 부틸고무의 不飽和度

부틸고무와 不飽和도가 높을수록 오존 龜裂은 많이 發生한다. 未加黃인 경우의 오존 龜裂 成長速度는 大略的으로 原料 부틸고무의 不飽和度(mol%)에 比例한다.

## 2) 加黃狀態

加黃이 될수록 오존龜裂 發生이 적다. 이러한 傾向은 모든 부틸고무에도 같다. 加黃시스템은 加黃고무의 架橋密度에 가장 큰 影響을 미치며 다음에 오존龜裂에 影響을 미친다.

## 3) 充填劑 및 軟化劑

고무중에서 제일 먼저 오존 龜裂이 發生하는 部分은 應力을 받는 部分이며 또 充填劑의 分散이 不良한 部分 또는 充填劑 粒子가 큰 것이 配合된 部分에서도 오존 龜裂이 發生한다. 카본블랙이 加黃速度를 느리게 하는 경우에는 오존 龜裂發生에 影響을 미치지 않지만 一般的인 配合量은 影響을 미치지 않는다. 그러나 카본블랙 및 充填劑를 많이 配合하는 경우에는 오존 龜裂이 많이 發生한다. 고무의 彈性이 增加하면 오존 龜裂의 成長速度가 빠르며 同一한 오존 濃度에서는 溫度가 上昇할수록 오존 龜裂의 成長速度가 빠르다. 炭化水素系 軟化劑는 彈性을 增加시키며, 이와 같이 彈性이 增加하면 耐오존性은 不良해진다.

## 4) 耐오존 老化防止劑

파라핀 왁스는 天然고무, SBR보다 부틸 고무에 溶解가 많이 되므로 配合量을 增加시킬 수는 있으나 20phr 以上은 效果가 없다. 블랜딩 왁스는 耐오존 老化防止劑로서 效果가 있으나 8phr 또는 8phr 이상 配合해서는 안된다. 耐오존 老化防止劑로서 *p*-phenylene diamine系를 使用하는 경우 應力을 增加시킬 수 있으나 오존 龜裂의 成長速度를 느리게 하지는 못하므로 부틸고무 配合에는 一般的으로 使用하지 않고 있다. 부틸 고무의 耐오존 老化防止劑로서는 nickel dibutyl dithiocarbamate가 效果가 있다. 結論的으로 말하면 부틸고무의 耐오존性을 가장 좋게 하기 위하여는,

- (가) 不飽和도가 가장 낮은 부틸고무를 選擇하여 最適加黃을 시킬 것.
- (나) 配合劑는 分散이 잘 되도록 하여야 되며 블루밍 (blooming)이 없도록 하여야 된다.
- (다) 軟化劑는 耐오존性을 不良하게 하므로 많이 配合해서는 안된다.
- (라) 카본블랙의 配合를 많이 해서는 안되며 白色 充填劑는 配合하지 않는 것이 좋다.

(마) 一般的으로 耐오존 老化防止劑는 配合할 必要가 없지만 경우에 따라서 使用하면 效果가 있는 경우도 있다.

부틸고무는 空氣中에 露出되면 特히 紫外線에 依하여 老化가 된다. 그러나 카본블랙이 이 紫外線을 많이 吸收하므로 부틸고무에 一般的으로 配合하는 量의 카본블랙을 配合하면 紫外線에 依한 老化가 되지 않으므로 이러한 配合고무는 日光에 露出되는 實際 使用條件에서도 別問題가 없다. 부틸고무에 카본블랙 대신에 白色充填劑를 配合하면 耐候性이 不良해진다. 부틸고무에 白色充填劑를 配合하여 耐候性을 試驗한 結果 日光 老化에 依하여 고무가 粘着性을 나타냈다. 부틸고무에 白色充填劑를 많이 配合하는 경우에는 龜裂이 많이 發生하여 손으로 건드리기만 해도 切斷되는 경우가 있다. 부틸고무에 白色充填劑를 配合하는 경우 耐候性을 向上시키기 위하여는 適正量의 白色充填劑를 配合하여야 된다. 부틸고무에 카본블랙은 配合하면 카본블랙이 日光中의 紫外線을 吸收하므로 耐候性이 良好하며 白色 充填劑는 紫外線을 吸收하는 것보다 反射하는 것이 많기 때문에 耐候性이 不良한 것이다. 부틸고무에 clay, silica, silicate, CaCO<sub>3</sub> 같은 白色充填劑를 配合하면 耐候性이 좋지 않으며 補強性을 向上시키기 위하여 白色充填劑를 多量 配合하는 경우에는 耐候性이 더욱 不良해진다. 結論的으로 말하면 부틸고무의 耐候性을 向上시키기 위하여는,

- (가) 부틸고무에 適正量의 카본블랙을 配合하고
- (나) 白色充填劑를 配合하는 경우에는 白色充填劑를 많이 配合해서는 안된다.

## 7.3. 耐水 및 耐蒸氣性

물이 부틸고무에 어떤 化學的인 影響을 미치지 않지만 부틸고무가 高溫의 물에 長時間 露出되면 물을 吸收하게 되어 老化가 된다. 實際로 이러한 現象은 自動車 및 自轉車用 타이어 加黃用 curing bag, bladder 및 스팀 호스에서 볼 수가 있다. 부틸고무의 耐水性을 向上시키기 위하여는 우선 부틸고무에 配合하는 모든 配合劑의 水溶性 成分을 分析 試驗하여야 한다. 왜냐하면 부틸고무 配合에서 모든 配合劑의 總水溶性 成分을 最小化하여야 되기 때문



이다.

부틸고무의 흡수성을 적게 하기 위하여는 例外的으로 할로겐화 加黃助劑를 使用하지 않고 methyl phenol resin을 使用하고 있으나 實際 配合에서는 加黃物性的 밸런스를 調整하기 위하여 neoprene을 使用하고 있다.

#### 7.4. 耐化學藥品性

부틸고무는 methanol, ethanol, acetone, glycerine, 低分子量的 carboxylic acid 및 ester 같은 水素結合 또는 極性 溶劑에 대한 耐溶劑성이 良好하다. 또한 大部分의 動物性 및 植物性油에 대한 耐油性도 좋고 올리브油나 피마자油 (caster oil)에 浸漬한 후에도 膨潤이 많이 되지 않으며 物性 變化도 거의 없다. 耐膨潤성이 좋은 고무를 配合하기 위하여는 充填劑 및 補強劑를 조금 많이 配合하여 適正 加黃을 시키는 것이 좋다. 軟化劑는 고무製品을 實際로 溶劑나 기름이 있는 곳에서 使用時 軟化劑가 抽出되는지의 여부가 重要하므로 이것을 알고 選擇 使用하여야 한다. 耐化學藥品성을 向上시키기 위하여는 過量的 充填劑를 配合하는 것은 피하는 것이 좋으며 充填劑의 分散이 耐化學藥品성과 直接的인 關係가 있어 分散이 좋은 配合고무에는 化學藥品이 浸透하지를 못한다. 化學反應성이 있는  $\text{CaCO}_3$ 와 같은 充填劑는 mineral acid와 같이 使用하는 것은 좋지 않다.

#### 7.5. 空氣透過性

부틸고무는 空氣, 가스, 蒸氣 등을 잘 透過시키지 않는다. 未加黃, 過加黃等 加黃程度가 空氣透過성에 影響을 미친다. 充填劑의 粒子가 空氣를 透過하지 못하도록 하는 役割을 하므로 充填劑를 配合할수록 空氣가 透過하지 못한다. 例로서 카본블랙(N774)을 0~60phr까지 增加시키면 空氣를 透過시키지 않는 性能이 33%나 증가된다.

軟化劑는 고무鎖의 流動성을 增加시키기 때문에 軟化劑를 많이 配合하면 空氣가 잘 透過된다. 부틸고무에 카본블랙(N774) 50phr, 炭化水素系 軟化劑를 25phr 配合하면 空氣는 2倍以上 잘 透過된다.

#### 7.6. 低溫特性

부틸고무는 글라스(glass) 轉移溫度 範圍内에서는 彈性을 갖고 있으나  $-70^{\circ}\text{C}$  ( $-94^{\circ}\text{F}$ ) 및  $-10^{\circ}\text{C}$  ( $14^{\circ}\text{F}$ )의 溫度範圍内에서는 가죽같이 단단하게 된다. 부틸고무를 처음 開發하여 自動車 및 自轉車用 튜브에 使用時 위와 같은 부틸고무의 低溫에서의 硬化現象이 튜브에 나타나서 性能上 問題點을 야기시키기 때문에 Polysar에서는 低溫에서도 硬化되지 않는 高分子量的 부틸고무를 開發하였으며 現在는 이 부틸고무를 主要로 生産하고 있다. 高分子量的 부틸고무는 配合고무의 Mooney 粘度를 低下시키지 않으면서 25phr의 軟化劑를 配合할 수가 있으며 또한 이 高分子量的 부틸고무는 低溫에서 收縮이 많이 되지 않는다. ester系 軟化劑는 부틸고무의 物性を 向上시켜주는데 一般的으로는 使用하지 않고 特殊한 配合에만 使用하고 있다. 低溫에서의 부틸고무의 彈性을 좋게 하기 위하여는 過加黃이 되지 않는 範圍内에서 加黃을 많이 하는 것이 좋다.

### 8. 할로겐화 부틸고무의 基本配合

#### 8.1. 加黃系

할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무보다 加黃이 빠르므로 加黃劑를 一般 부틸고무보다 적게 配合해도 된다. 一般的인 加黃系는 基本的으로 亞鉛華는 모두 配合하고 low accelerator/sulfur, low accelerator/sulfur donor 配合으로 하고 있다. 加黃劑를 페놀樹脂나 有機酸化물을 使用하는 경우도 있다.

#### 8.2. 보편적인 加黃系

할로겐 부틸고무 配合에서 亞鉛華는 가장 重要的 加黃劑이다. 亞鉛華는 黃과 같이 使用하거나 또는 有機加黃 促進劑(例 MBTS, sulfenamide, thiuram sulfide)와 같이 使用함으로써 加工性 및 物性を 向上시킬 수가 있다.

#### 8.3. Amine 또는 過酸化물 加黃系

브로모 부틸고무는 一般 부틸고무와는 다르게 有

機酸化物로서도 加黃을 할 수 있으며 이와 같이 有機酸化物로 加黃을 하면 引張應力, 引張強度, 伸張率 같은 物性 및 耐熱性도 良好하고 永久伸張 變形率도 적다. 過酸化物 加黃은 亞鉛華나 黃을 加黃劑로 使用時 問題가 있는 경우에 하고 있으며 主로 機械用 고무製品, 醫藥用 고무製品에 使用하고 있다. 主로 부틸고무는 hexamethylene diamine carbamate 같은 amine系 加黃劑로 加黃할 수가 있다.

#### 8.4. 樹脂加黃

할로겐화 부틸고무의 加黃劑로 페놀樹脂를 使用하는데 이 경우에는 亞鉛華를 적게 配合한다. 페놀樹脂를 配合함으로써 加黃이 빠르고 tight 加黃을 시킬 수 있으며 永久壓縮 줄음률도 적으나 高溫의 空氣 및 蒸氣에 대한 耐高溫空氣 및 蒸氣性이 一般 부틸고무의 페놀樹脂加黃보다 좋지 않다.

#### 8.5. 充填劑 및 軟化劑

一般的으로 할로겐화 부틸고무와 一般 부틸고무에 配合하는 카본블랙 및 白色充填劑의 種類 및 配合量은 거의 같다. 또 할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무 보다 aromatic 오일은 많이 配合할 수는 있으나 paraffin 오일이나 Naphthene 오일을 配合하는 것이 좋다. 할로겐화 부틸고무는 一般 부틸고무보다 加黃이 빠르기 때문에 다른 合成고무에 使用하는 加黃劑를 그대로 使用할 수가 있으며 또한 다른 合成고무 例로서 NR, SBR, NBR, Neoprene, EPDM 와도 블렌딩할 수 있으며 또 共加黃도 할 수 있다. 따라서 할로겐화 부틸고무 配合時에는 各各의 合成고무의 特性을 考慮하여 選擇 블렌딩할 수가 있으므로 最適의 物性を 얻을 수 있는 配合를 할 수 있다.

### 9. 架橋 부틸고무의 基本配合

架橋부틸고무는 主로 溶劑形 sealant 및 sealant 테이프에 使用되고 있다.

#### 9.1. 充填劑

各種 充填劑가 sealant 配合에 使用되고 있다.

##### (1) CaCO<sub>3</sub>(calcium carbonate)

CaCO<sub>3</sub>는 主로 코오킹제 (caulking compound)의 充填劑로서 使用되고 있다. CaCO<sub>3</sub>는 粒子의 크기에 따라 價格이 多樣하며 脂肪酸과 作用하여 不溶性 calcium soap를 만들어 이것이 加工性, 耐濕氣性を 向上시켜주며 또한 配合고무가 처지지 않도록 하는 役割도 한다.

CaCO<sub>3</sub>는 粒子의 크기가 가장 重要한 性質中的 하나이며 粒子의 크기가 크면 配合고무가 처지는 것은 防止할 수가 있지만 caulking compound가 거칠어 押出性이 不良하고 時間이 經過함에 따라 딱딱해진다. 高品質의 caulk를 만들기 위하여는 粒子의 크기가 작은 CaCO<sub>3</sub>를 配合하는 것이 좋으나 大部分의 caulk 配合를 設計하는 사람들은 粒子의 크기가 작은 것과 조금 큰 것의 CaCO<sub>3</sub>를 使用하고 있다.

##### (2) 탈크(Talc)

탈크는 補強 및 配合고무의 粘度를 調整하는데 使用하고 있으며 粒子의 模樣이 가장 重要한 性質中的 하나이다. 탈크 配合고무의 粘着性은 탈크 粒子의 模樣이 纖維狀(fibrous type)의 것이 가장 좋고 顆粒狀(granular type)이 가장 不良하며 鱗片狀(platy type)이 이 두 狀의 中間程度이다. 이 鱗片狀 탈크는 吸水性이 제일 크며 이 吸水性은 탈크 表面積에 따라 左右된다. 탈크 粒子의 크기 差가 적을 수록 軟化劑를 많이 吸收한다.

##### (3) 실리카(Silica)

硅藻土를 配合하면 押出性이 向上된다. 硅藻土는 補強性은 거의 없으나 硬度를 上昇시키며 押出時 收縮을 防止한다. 沈降性 silica를 配合하면 補強性 및 耐水性이 向上된다.

#### 9.2. 軟化劑

高分子量의 XL부틸고무에 軟化劑를 配合하지 않는 경우에는 高容積의 溶劑를 使用하여야 하며, 實際로 良質의 caulk를 配合時 高容積의 溶劑를 使用하는 것이 좋다. 따라서 polybutene型의 軟化劑를 使用하면 配合고무의 부드러움이 좋아진다. 軟化劑 配合량을 減少시키면 收縮을 防止하고 接着力 및 粘着力을 向上시킨다. polybutene은 부틸고무와 相溶性이 좋기 때문에 많이 使用하고 있다. 기타 오일

및 粘度가 낮은 오일을 軟化劑로 使用하면 고무에 블리딩(bleeding)이나 移行(staining)없이 配合고무의 押出性 및 凝集力을 向上시켜주며 配合고무가 처지지 않도록 해준다. 또한 少量의 酸化오일을 配合하면 配合고무는 부드러워지지만 粘着力 및 接着力은 減少한다.

9.3. 粘着劑

물론 polybutene을 配合하면 配合고무의 粘着性은 좋아지지만 다른 液狀 및 固狀의 粘着劑도 많이 使用되고 있다. 위와 같은 液狀 및 固狀의 粘着劑로서는 炭化水素系 固狀 및 液狀의 樹脂 및 terpene 페놀 樹脂가 있다.

9.4. 티옥트로피(Thioxtropes)

티옥트로피를 sealant配合에 使用함으로써 押出性을 向上시켜 주고 고무가 처지는 것을 防止해 준다. 이와 같이 고무가 처지는 것을 防止해 주는 配合劑(anti-sag agent)는 클레이, 실리카 같은 無機 anti-sag 配合劑 및 有機 anti-sag 配合劑가 있으며

이 두 無機, 有機 anti-sag 配合劑量을 잘 調整함으로써 anti-Sag 狀態를 管理할 수가 있다. 一般의 으로 많이 使用하고 있는 티옥트로피로서는 알콜에 의하여 活性化되는 colloidal 클레이(例 Bentone 38) 및 熱에 의하여 活性化되는 Thioxatrol GST, ST가 있는데 主로 混合時 配合한다.

9.5. 老化防止劑

老化防止劑는 混合時 熱老化를 防止하기 위하여 0.5~1.0phr를 配合하는 것이 좋다.

10. 할로젠화 부틸고무의 加工性

10.1. 混合

할로젠화 부틸고무의 密閉型 混合機 및 mill에서의 混合方法은 一般 부틸고무와 거의 같다. 할로젠화 부틸고무를 室溫 또는 조금 높은 溫度에서 加溫한 후 混合하면 특히 겨울철에는 빨리 混合이 되고 配合劑의 分散이 잘된다.

表-5. 密閉型 混合機에서 排出 고무溫度에 따른 Mooney 粘度, scorch 時間, 接着力 比較試驗(타이어用 인너 라이너 配合)

排出溫度 [°C(°F)]		105(221)	115(239)	126(259)	139(282)	164(327)	168(334)
Mooney Viscosity (ML 1+4 (100°C))		50	55	55	54	56	54
Mooney scorch time	t <sub>5</sub> (125°C(257°C))	22.5	20.6	19.3	16.3	15.0	13.1
	t <sub>5</sub> (138°C(280°C))	10.2	9.0	9.0	8.1	7.0	6.3
Static peel adhesion (22°C(72°F))	KN/m	20.1	21.1	20.6	14.7	22.1	11.8
	lbs/in	115	120	112	84	126	67

配合表

配合劑	phr
Chlorobutyl	100.00
Carbon black(N 660)	60.00
Stearic acid	1.00
Zscorez 1002	4.00
SunPar 2280	14.00
MBTS	1.25
S	0.30
	180.55

密閉型 混合機에서 할로젠화 부틸고무의 一般의인 混合順序

時 間	配合劑 投入順序
0分	할로젠화 부틸고무
0分~1分	Stearic acid, 大部分의 carbon black 또는 白色充電劑, MgO, MBTS
2分~4分	ZnO, 促進劑, 黃, 黃 donor 같은 加黃劑를 除外한 殘餘 配合劑
4分~6分	排出溫度 140°C(284°F) 以下

密閉型 混合機에서 混合時 할로겐화 부틸고무와 一般 부틸고무가 다른 점은,

(1) 配合고무의 排出溫度가 클로로 부틸고무는 140°C(284°F), 브로모 부틸고무는 130°C(266°F)以上이 되어서는 안된다. 配合고무의 排出溫度가 위와 같이 되어야만 加工性(스코치가 되지 않음) 및 粘着性이 良好하고 加黃後에도 接着性이 좋다. 표 5에는 타이어용 인너라이너 配合을 密閉型 混合機에서 混合時 排出溫度에 따른 Mooney 粘度 및 Mooney scorch 時間, 接着力을 나타냈으며 排出 고무溫度가 낮을수록 scorch 時間이 짧아 加工性이 良好해진다.

(2) ZnO는 마지막에 混合하고 MBTS는 scorch防止 役割을 한다.

위와 같이 加黃劑를 投入하지 않고 하는 混合을 1段階 混合(first stage mix)이라고 한다. 1段階 混合한 配合고무를 다시 密閉型 混合機에 넣고 加黃劑를 投入하여 混合하는 것을 2段階 混合(second stage mix)라고 하는데 加黃劑 投入은 위와 같이 2段階 混合方法으로 하든가 그렇지 않으면 1段階 混合한 配合고무를 roll에 넣어서 加黃劑를 投入하는 方法으로 하든가 2가지 方法中에 한 가지를 採擇하고 있으며 이 경우 配合고무 溫度는 100°C(212°F)를 넘어서는 안된다. roll에서 加黃劑를 混合하는 경우에는 前 roll 溫度는 40°C(104°F), 後 roll의 온도는 55°C(131°F)가 좋으며 roll의 速度比는 前roll:後roll의 비가 1.25:1이 되어야 한다. 할로겐화 부틸고무를 加黃劑를 除外한 다른 配合劑를 roll에서 混合하는 方法은 다른 고무 混合方法과 거의 같게 처음에는 원료고무를 roll에 감은 후 配合劑를 混合하면 된다.

## 10.2. 冷却 및 貯藏

配合고무를 dig-solution 및 空氣 乾燥工程에서 急冷시키면 配合고무중에 있는 클레이 같은 親水性 配合劑가 水分을 吸收하는 것을 減少시키든가 또는 最小化할 수 있기 때문에 最適在庫 및 加工性を 考慮하여 急冷하는 方法이 좋다. 配合고무를 必要以上 長時間 貯藏할 必要가 없기 때문에 항상 作業工程에

必要한 最小限의 配合고무 在庫만을 갖고 있는 것이 좋다.

## 10.3. 配合고무의 블랜딩(Blending), 熱入(Warming), 供給(Feeding)

할로겐화 부틸고무로 만든 製品의 品質 均一度(uniformity)를 向上시키기 위하여는 배치(batch)가 서로 다른 配合고무를 블랜딩하여 使用하는 것이 좋다. Banbury mixer에서 混合한 各 배치 配合고무는 roll에서 熱入(warming)을 하는데 roll의 온도는 70°C(158°F)가 適正하다. 供給 roll에서는 고무를 roll에 조금 감기도록 하고 roll의 溫度는 약 80°C(175°F) 範圍가 좋으며 고무에 空氣가 들어가지 않도록 하여야 된다.

## 10.4. 押出(Extruding)

一般의 押出機 口金(die)의 溫度는 105°C(221°F)~130°C(266°F)로 調整하고 있지만 配合고무에 따라 變化시킨다. 押出機 cylinder 溫度는 口金の 溫度보다 낮으며 75°C(167°F)~95°C(203°F)의 冷却水를 순환시켜 冷却시킨다. 結論的으로 부틸고무에 適正量의 補強劑 및 軟化劑를 配合한 配合고무를 押出하는 경우 押出機內에서의 溫度는 80°C(176°F)~130°C(266°F) 範圍內가 좋다.

## 10.5. 壓延(Calendering)

壓延作業時 配合고무의 收縮이 적고 空氣入을 最小化하기 위하여는 揮發分이 적은 paraffin 오일(例 Sunpar 2280)을 配合하여 Mooney 粘度가 낮도록 하는 것이 좋다. 接着性を 좋게 하기 위하여는 配合고무의 溫度를 80°C(176°F)~90°C(194°F)로 맞추어 一定한 速度로 壓延機에 供給하여야 된다. 壓延한 고무 및 加黃한 壓延 고무製品에서 空氣가 들어가지 않도록 하기 위하여는 calender roll에서 고무를 많이 감기게 해서는 안된다. 一般의 할로겐화 부틸 配合고무는 다른 고무보다 高溫의 calender roll에서 잘 떨어지고 外觀도 좋다. 만약 壓延時 空氣가 들어간다면 calender roll의 溫度를 80°C(176°F)~115°C(239°F)로 맞추어야 한다.

### 10.6. 몰딩(Molding)

#### 射出成形(Injection Molding)

射出成形을 品質을 그대로 維持하면서 生産性을 向上시킬 수 있으며 原價節減을 할 수가 있다. 一般부틸고무 및 할로젠화 부틸고무는 射出成形方法이 가장 좋은데 그 理由는 아래와 같다.

- (1) 空氣가 들어가는 問題를 쉽게 解決할 수가 있다.
- (2) 配合고무가 射出成形되면서 溫度가 上昇하므로 加黃時間도 短縮시켜 주고 加黃도 均一하게 되도록 한다. 할로젠화 부틸고무가 射出成形이 잘 되기 위하여는
  - (가) Cylinder의 高溫을 잘 利用하기 위하여서는 配合고무의 scorch 時間이 길어서 高溫에서도 scorch가 發生하지 않아야 된다.
  - (나) 配合고무의 流動性이 良好하여 노즐(nozzle)에서 射出이 잘되어야 하며, 이와 같이 射出이 잘되어야 發熱이 많지 않게 된다. 配合고무의 流動性은 配合設計에 따라 左右된다. 軟化劑는 射出時間에 큰 影響을 미친다. 高分子量의 부틸고무에 軟化劑를 配合하면 射出成形이 잘된다.
  - (다) 高溫(250°C)에서 射出成形-加黃을 해도 加黃戻(reversion)가 빨리 되지 않는다.

### 11. 할로젠화 부틸고무와 다른 고무와의 블렌딩(Blending)

大部分의 할로젠화 부틸고무는 다른 고무와 블렌딩할 수 있지만 클로로프렌 고무와는 少量밖에 할 수 없으며 EP 고무는 變量으로 블렌딩할 수 있다. 그러나 一般부틸고무(regular butyl rubber)는 할로젠화 부틸고무 또는 부틸고무 以外の 고무와는 블렌딩을 하지 않고 있다. 그러나 配合를 設計하는 사람들은 할로젠화 부틸고무와의 不飽和度가 같거나 또는 더 높은 고무와 블렌딩하여 共加黃을 시켜 加黃物性을 얻고 있다. 이와 같이 할로젠화 부틸고무와 다른 고무를 블렌딩함으로써

- (1) 부틸고무와 같은 고무 物性을 갖는 配合고무를

얻을 수 있으며,

- (2) 할로젠화 부틸고무에 少量의 다른 고무를 블렌딩함으로써 할로젠화 부틸 配合고무의 物性을 向上시킬 수 있다. 할로젠화 부틸고무는 NR, CR, SBR, NBR, CSM, IIR, EPDM, CO (Epichlorohydrin)라 共加黃을 할 수 있다. 할로젠화 부틸고무와 다른 고무를 블렌딩한 配合고무의 物性은 블렌딩한 다른 고무의 物性 및 블렌딩하는 量에 따라 左右된다.

#### 11.1. 天然고무와의 블렌딩

할로젠화 부틸고무와 天然고무를 블렌딩하는 경우 (HIIR/NR) 天然고무 블렌딩 量을 많이 하면 Green strength, 粘着性, 接着性이 좋아지고 引張物性도 向上된다. 한편 할로젠화 부틸고무 블렌딩 量을 많이 하면 空氣를 잘 透過하지 못하게 하며 또 耐에너지吸收性, 耐熱性, 耐候性, 耐化學藥品性, 耐龜裂性이 向上된다. 할로젠화 부틸고무와 天然고무를 블렌딩하여 튜브레스 타이어의 인너라이너, 타이어의 사이드월, ball bladder, vibration mounts에 使用되고 있다.

#### 11.2. EPDM 고무와의 블렌딩

할로젠화 부틸고무와 EPDM고무와 블렌딩을 하는

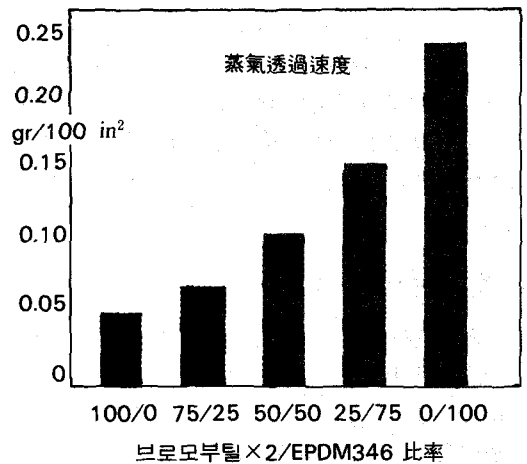


그림 8. 브로모 부틸고무와 EPDM고무(BIIR x 2/EPDM 346)와의 블렌딩 比率에 따른 蒸氣透過性 比較

경우 할로겐화 부틸고무는 接着性を 좋게 하고 空氣를 透過하지 못하게 하며 EPDM 고무는 低溫에서의 屈曲性を 좋게 하고 耐오존性を 좋게 한다.

예로서 EPDM/BIIR 블렌딩 고무의 蒸氣의 透過性を EPDM 고무와 브로모부틸고무를 50:50으로 블렌딩한 고무와 (EPDM/BIIR=50/50) EPDM 100% 고무와를 比較해 보면 EPDM/BIIR=50/50이 EPDM 100% 고무보다 蒸氣를 3倍程度 透過하지 못하도록 함으로써 耐蒸氣透過性이 良好하다(그림 8 參照).

### 11.3. 클로로프렌 고무와의 블렌딩

할로겐화 부틸고무와 클로로프렌(네오프렌)과 블렌딩함으로써 클로로프렌 配合고무의 單價를 내릴 수가 있다.

實際配合에서 클로로프렌 고무와 할로겐화 부틸고무를 블렌딩하는 경우 할로겐화 부틸고무의 블렌딩 比率는 最大 10~20phr이며 이와 같이 블렌딩하는 경우 耐油性은 좀 不良해진다. 브로모 부틸고무와 클로로프렌 고무를 블렌딩하면 耐오존性, 耐熱性이 良好한 브로모 부틸고무가 블렌딩되어 있기 때문에 이 블렌딩한 配合고무는 耐熱性, 耐오존性이 좋고 永久壓縮 줄음률도 적다. 브로모 부틸고무와 클로로프렌 고무를 블렌딩하는 경우 브로모 부틸고무를 많이 블렌딩하면,

- (1) 原價節減(比重이 낮음)이 되나,
- (2) 耐오일性이 不良해지고 引張強度가 低下되며,
- (3) 耐候性, 耐熱性, 永久壓縮 줄음률은 變化가 없다.

브로모 부틸고무는 클로로프렌 고무의 加黃系와 같이 ZnO/thiourea 또는 thiuram sulfide/guanidine 加黃系로 加黃할 수 있다. 따라서 브로모 부틸고무와 클로로프렌 고무(네오프렌 W 또는 네오프렌 G)와 블렌딩하는 경우 加黃系는 클로로프렌 고무 加黃系를 그대로 使用해도 된다.

### 11.4. NBR과의 블렌딩

브로모 부틸고무와 NBR과를 블렌딩하거나 브로모 부틸고무 대신 100% NBR인 경우에는 耐오존性.

에스테르나 케톤 같은 溶劑에 대한 耐溶劑性, 低溫에서의 屈曲性이 向上되나 耐오일性은 不良해진다. 브로모 부틸고무와 NBR을 블렌딩한 고무는 주로 耐油性 및 耐化學藥品性의 고무 roll, 型物고무製品에 使用하고 있다.

### 11.5. 브로모 부틸고무와 Chlorosulfonated Polyethylene과의 블렌딩

브로모 부틸고무를 chlorosulfonated polyethylene과 블렌딩함으로써 耐오일性 및 引張強度를 低下시키지 않고 原價를 節減할 수가 있으며 耐熱性, 耐候性 같은 性質은 變化가 없다.

## 12. 架橋 부틸고무의 用途

架橋 부틸고무의 用途는 아래와 같다.

### 12.1. 醫藥用 병마개

醫藥用 병마개용 고무는 物理的 및 化學的 性質이 좋아야 하며 醫藥用 병에서 생기는 가스나 蒸氣를 많이 透過시켜서도 안되며 또 고무병 마개에서 加黃促進劑가 많이 抽出되어서는 안된다.

### 12.2. 自動車用 마운팅 고무

自動車用 마운팅 고무는 모든 溫度範圍內에서 에너지 吸收性이 좋아야 된다. 부틸고무가 이러한 性質을 갖고 있기 때문에 自動車用 마운팅 衝激吸收材로서 使用하고 있다.

### 12.3. 가스켓(Gaset)

가스켓고무는 吸水性이 적어야 되며 蒸氣, 물, 化學藥品內에서 長時間 使用時 견디어낼 수가 있어야 된다.

### 12.4. 호스(Hose)

고무호스는 耐熱性이 좋아야 되며 蒸氣를 잘 透過시켜서도 안되며 耐化學藥品性, 耐蒸氣性, 耐高濕水性이 良好하여야 된다.

### 12.5. 飮食物과 關聯된 고무製品에 使用하는 경우

부틸고무를 飮食物과 關聯된 고무製品에 使用하는 경우에는 不純物이 전혀 없거나 있는 경우에도 극히 微量 存在하여야 된다. 飮食物과 關聯된 고무製品 으로는 chewing gum base, food jar ring, water diaphragms, milking inflation이 있다.

### 12.6. Selant tape 및 Caulk

부틸고무는 耐候性, 耐吸濕性, 耐化學藥品性이 良好하기 때문에 Sealant나 接着劑 고무로 使用하면 좋으며 架橋부틸고무는 流動이 많이 되지 않으며 加黃時 配合고무가 많이 처지지 않는다.

## 13. 結 論

위에서 說明한 바와 같이 부틸고무는 sealant tape, 호스, 가스켓, chewing gum, 醫藥用 병마개에 使用하고 있다. 부틸고무는 아래와 같은 特性을 갖고 있으므로 配合設計者가 이와 같은 特性을 잘 利用하여 다른 用途에 많이 使用할 수가 있다.

- 가. 가스, 蒸氣, 空氣, 水分을 잘 透過시키지 않는다.
- 나. 모든 溫度範圍內에서 에너지를 잘 吸收한다.
- 다. 不純物이 거의 없으며 加黃後 고무에서 나쁜 物質이 많이 抽出되지 않는다.
- 라. 할로겐화 부틸고무는 다른 고무와 블렌딩하

여 共加黃을 할 수 있다.

- 마. 耐化學藥品性이 良好하다
- 바. 耐候性, 耐熱性, 耐蒸氣性이 良好하다.

## 參 考 文 獻

1. Wilson, G. J., Polysar Limited, "Butyl and Halobutyl Rubbers"
2. Kumbhani, K. J., Polysar Limited, "Chemistry, Technology & Uses of Butyl Rubbers"
3. Edwards, S., and Kumbhani, K. J., Polysar Limited, "Non-Tire Applications of Bromobutyl"
4. Polysar Limited, 'Butyl Handbook'
5. Polysar Limited, 'Bromobutyl Handbook'
6. Polysar Limited, 'Sealants Handbook'
7. Exxon Corp., 'Chlorobutyl Book'
8. Paterson, D. A., Polysar Limited, "Butyl and Halobutyl Rubbers"
9. Kumbhani, K. J., Walker, J., Wilson, G. J., Polysar Limited, "Peroxide Curing of Butyl Rubber"
10. Oxley, C. E., "Curing Reactions of Crosslinked Butyl." CRG Meeting, Chicago, November 1968.
11. ゴム技術の基礎(日本 ゴム協會編) 1989.
12. ゴム試驗法(日本 ゴム協會編) 1989.
13. ゴム工業便覽(日本 ゴム協會編) 1986.