≪資 料≫

Butyl 고무의 특성과 加黃

李 聲 翰*

1. 序 論

Butyl 고무는 i-Butene 과 少量의 isoprene 과의 Co-polymer 로서 Standard Oil Development Co(現 Esso Research and Engineering Co.)에 依하여 硏究 開發된 合成고무로서 1940年代 初期부터 工業的 生產이 始作되어 그 優秀한 特性은 各 方面에 널리 使用되고 있다.

그後 Esso Research and Engineering Co. 에서는 Butyl 고무에 對한 계속 努力 硏究끝에 最近 加黃速度가 빠르고 NR 나 SBR 과 相溶性이 큰 Halogen化 Butyl 고무를 製造 市販하고 있다.

現在 Butyl 고무의 種類 및 製造會社는 表 1과 같다

表 1 Butyl 고무의 種類

Polysar (1)	Esso(2)	Columbian(3)	Petro-Tex(4)	Soca(5)	不飽和度 (mol%)	Mooney Viscosity (ML-8/100°C)	安 定 劑
100	0.35	1000S	D5	SO4	0.6~1.0	41~49	Stain
101	—	—	—	—	〃	—	—
—	0.65	1000NS	D5 NS	—	〃	41~49	Non-Stain
200	150	—	—	S14	1.0~1.4	〃	Stain
—	165	—	—	N14	〃	〃	Non-Stain
300	215	—	—	S24	1.5~2.0	〃	Stain
—	265	—	—	—	〃	〃	Non-Stain
—	217	—	—	—	〃	61~70	Stain
—	267	—	—	—	〃	〃	Non-Stain
—	218	5000S	F8	S27	〃	71~80	Stain
301	268	5000NS	F8 NS	N27	〃	〃	Non-Stain
400	325	6000S	G5	S34	2.1—2.5	41—49	Stain
425	365	6000NS	G5 NS	N34	〃	〃	Non-Stain

(1) Polysar corporation (Canada)
(2) Esso Standard Oil Co. (U.S.A)
(3) Columbian Carbon Internatioal Inc. (U.S.A)
(4) Petrotex Chemical Co. (U.S.A)
(5) La Societè du Caoutchouc Butyl (France)

Halogen 化 Butyl

種 類	Mooney Viscocity HL-8/ 100°C
Esso Butyl HT 10—65	41—50
〃 10—66	51—60
〃 10—67	61—70
〃 10—68	71—

*興亞工業有限會社

2. Butyl 고무의 特性

(1) 耐候性: NR 나 大部分의 合成고무는 日光이나 天候에 依해 急激히 劣化하지만 Butyl 고무는 優秀한 抵抗性이 있다. Butyl 고무는 또한 不飽和度가 적어 Ozone 에 對한 抵抗性이 大端히 優秀하여 苛酷한 Ozone 試驗에서 NR 이나 SBR 의 試驗片은 急激히 劣化하는데 대해 Butyl 고무의 試片은 變化가 거의 일어나지 않는다. 耐 Ozone 性은 改良하기 위하여 NR 이나 SBR 에는 酸化防止劑를 使用하여 一時的으로 耐Ozone

性을 向上시킬 수 있으나 長期間 使用할 수는 없다. Buty고무는 酸化防止劑等을 使用하지 않아도 充分한 耐候性을 가지고 있다. 이와같이 日光 天候 및 Ozone에 對하여 優秀한 抵抗力을 가지고 있어 屋外에 使用하는 製品에 利用되고 있다.

(2) 耐熱性. 耐老化性: Butyl 고무의 老化試驗은 보통 205°C에서 行한다. 空氣加熱老化試驗이나 加壓酸素老化試驗은 고무製品의 長期間의 安定性을 아는 方法으로서 쓰여진다. 고무의 耐老化性을 아는 方法으로서 Elongation의 變化率을 測定하는 경우가 많다. 그림 1은 130°C에서 20시간 空氣加熱老化시킨 後의 Elongation을 老化前 Enolgation과 比較한 것이다.

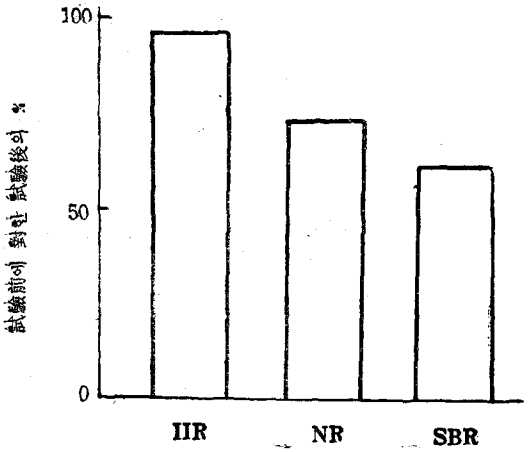


그림 1. 熱老化에 依한 Elongation의 變化

(3) 電氣的性質: 電氣的性質, 耐 Corona性, 耐水性 및 耐老化性은 Butyl고무가 NR나 合成고무중에서 가장 좋은 性能을 가지고 있다. 이러한 特性은 30,000~35,000 volt의 高壓 Cable, 耐熱 耐水性의 低壓 Cable 變壓器의 被覆線體等 널리 利用되고 있다. 그림 2는 一定時間 水中에 浸漬한 경우에도 좋은 性質을 가지고 있음을 나타내고 있다.

(4) 彈性 및 衝擊吸收性: 室溫에서는 Butyl 고무의 彈性은 天然고무보다 떨어지지만 93°C에서는 NR과 거의 같은 程度가 된다. 可塑劑나 加工方法을 適當히 선택하면 硬度를 變化시키지 않고 必要한 彈性이 있는 製品을 만들수 있다. 반대로 Butyl 고무는 衝擊吸收性이 있어 衝擊에 對한 減衰効果가 優秀하여 機械的 혹은 기타 振動을 吸收한다. 그림 3은 NR, SBR, Butyl 고무에 對한 衝擊試驗의 結果를 나타내고 있다.

(5) 耐氣體透過性: 各種 氣體 및 水分의 透過率이 大端히 적어 未加黃의 Butyl 고무가 加黃한 NR나 SBR보다 훨씬 氣體를 透過하기 힘든 性質을 가지고 있다. 이 特性은 205°C까지의 溫度範圍內에서 인식할 수 있

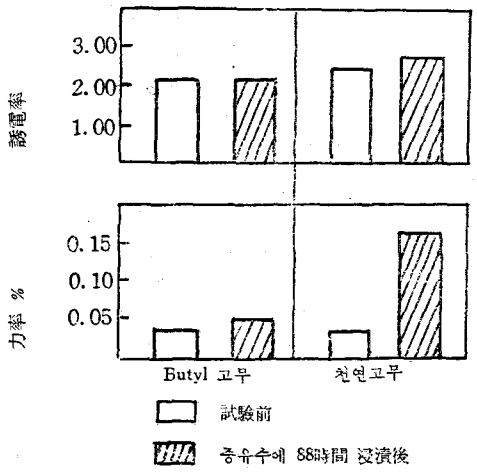


그림 2. 電氣的性質 (10 volt, 1000 cycle)

다. 또한 良好한 引裂抵抗性과 耐熱性을 가지고 있음으로 自動車의 Inner tube에 널리 利用되고 있다. 그리고 空氣保持力은 NR나 SBR보다 8~10倍정도 있으며 그의 炭酸 깨스, 水素等에 對하여도 같은 정도의 保持力을 가지고 있다. 各種 氣體에 對한 透過性은 表 2와 같다.

表 2. Buty 고무와 天然고무의 氣體透過性

氣體	氣體透過性 l/m²/10mil*/24hr			
	Helium	H_2	N_2	CO_2
Butyl고무, 純고무	4	4	5	4
SRF 36 phr	3	3	3	3
天然고무, 純고무	12	22	7	40
SRF 36 phr	9	16	6	35

* mil=1/1000 inch

(6) 耐動植物油性: 動物油, 植物油 即 非鑛物性의 大部分의 油에 對하여 良好한 抵抗力을 가지고 있다. 예를 들면 26°C에서 3個月間 浸漬해둔 Butyl 고무의 膨潤率은 다음과 같다.

菜種油	5.5%	大豆油	4.0%
亞麻仁油	12.0%	Olive 油	12.0%
綿實油	5.5%		

(7) 耐藥品, 耐酸性: Butyl 고무는 耐酸, 耐藥品性이 大端히 좋다. 例를들면 80% 燐酸, 60% 黃酸, 30% 鹽酸, 弗化水素酸等의 酸類에 完全히 抵抗하는 한편 Alcohol, Ketone, Ester 等과 같은 酸素를 함유하는 溶

劑에는 强한 抵抗力을 가지고 있다 그리고 液體 Ammonia, 40% NaOH等의 Alkali에도 侵害되지 않는다. 芳香族이나 Halogen化 溶劑에도 어느 정도의 抵抗力을 가지고 있으나 脂肪族溶劑는 化學構造가 비슷함으로 Butyl 고무의 溶劑로서 作用한다.

(8) 低溫特性 : Butyl고무는 前述의 諸物性外에 優秀한 低溫特性을 가지고 있어 配合에 따라서 −60°C 以下에서도 充分히 使用할 수 있으므로 Inner tube나 航空機의 油壓系統의 Sael 等은 嚴寒時 또는 高空에서도 充分히 使用한다. 一般고무製品을 長時間 低溫에 放置하면 結晶化가 되어 부서지는 것이 있으나 Butyl 고무는 結晶化가 되기 어려울뿐만 아니라 長時間 低溫에 放置하드라도 變化가 일어나지 않는다.

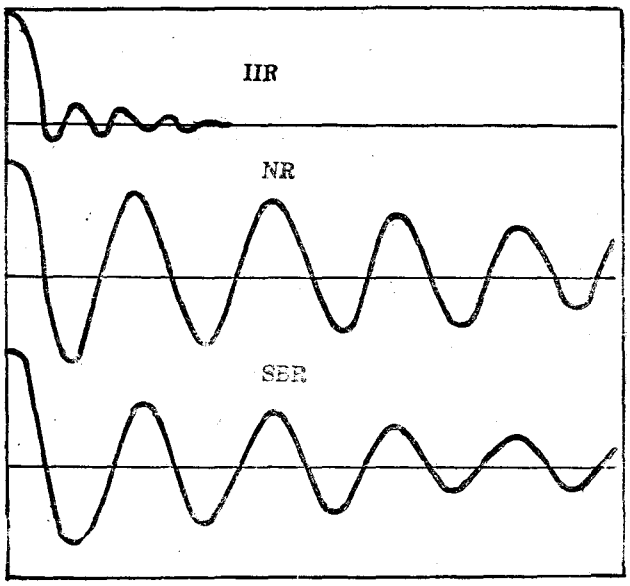


그림 3. 衝 擊 吸 收 性

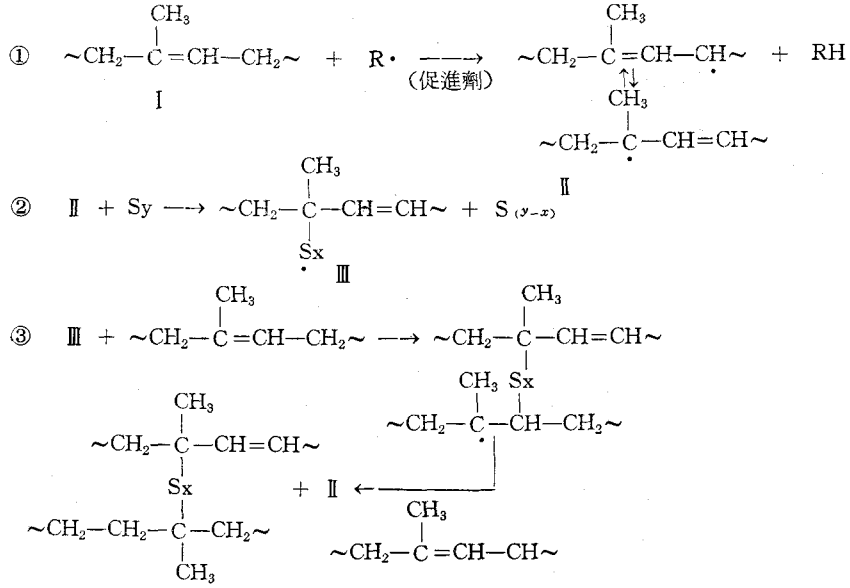
3. Butyl 고무의 加黃

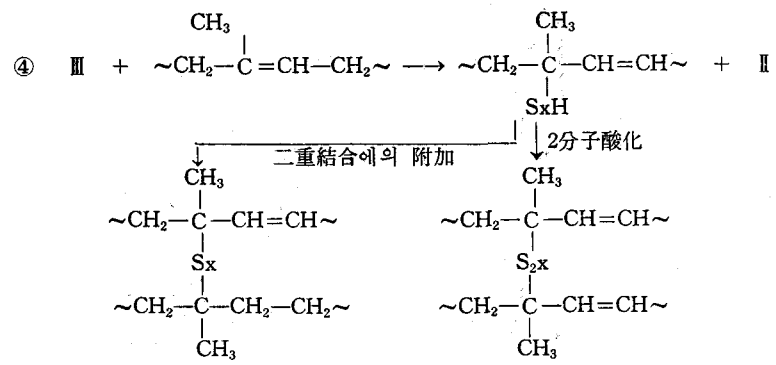
(1) 普通의 黃加黃 —Disulfide Crosslink—

Butyl 고무의 基本的인 Crosslinking劑는 一般汎用고무와 같이 黃인데 다른 고무에 比해서 不飽和度가 상당히 적으므로 (NR에 比해 0.6~4.0mol%) SBR이나 NBR과는 달리 超促進劑를 主體로 해야한다. 現在 使用하고 있는 Butyl 고무用 加黃促進劑로는 大部分 例外없이 Thiuram系 또는 Dithiocarbamate系를 主促進劑로 하고 있다. Butyl 以外의 고무에 主促進劑로서 使用하는 Thiazol系, Guanidine系, Aldehyde, Amine系 等은 2次 促進劑로서 병용되는 일이 많다. 이 方式은 Disulfide에 의해 Crosslinking이 이루어 지고 그 結合狀態는 —C—S—S—C—가 되고 實際 가장 널리 使用되는 方式이며 그 特徵은 다음과 같다.

a. 加黃機構

黃加黃의 機構는 아직 完全히 解明되어 있지 않지만 一般的으로 加黃이 水素의 Methylene基에서 二重結合에로 移動을 거쳐 進行된다고 生覺하고 있다. 現在 推定되고 있는 黃加黃機構는 대체로 다음과 같다.





b. 標準配合

黃加黃의 標準配合은

Sulfur	0.75~2.0
TDEDC 또는 TMTDS	0.5 ~1.5
Thiazol	0.5 ~1.5

인데 다음 두가지 方法이 使用된다.

1) MBTS	1.0
TDEDC	1.5
Sulfur	1.0
2) MBT	0.5
TMTDS	1.0
Sulfur	1.0

c. Crosslinking의 速度

加黃 即 Crosslinking의 速度는 그림 4에 表示한 바와 같이 不飽和度에 따라 달라진다.

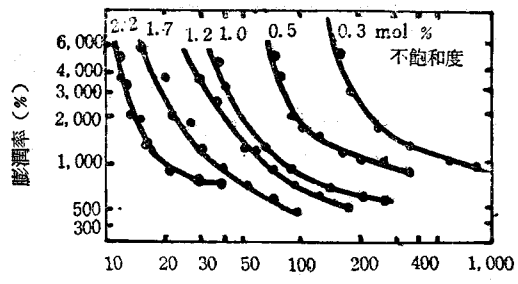


그림 4. 加黃時間과 膨潤率 (Thiuram 系 促進劑使用)

加黃의 程度는 25°C에서 Cyclohexane 中에 浸漬할 때의 平衡體積膨潤率에 따라 나타내고 있다. (고무만의 경우나 未加黃고무 配合物은 完全한 溶液이 되어 버림) 最高度의 Crosslinking이 된 것은 膨潤이 最小가 된다.

d. 促進劑의 影響

加黃促進劑의 種類에 따라 加黃速度나 Crosslinking의 程度等이 變한다는 것은 當然한 일이다. 實驗의 結果는 그림 5에 表示한 바와 같이, 例를 들면 黃의 量이 0.4%의 경우 促進劑를 使用하지 않을 때의 Crosslinking Index는 6.3인데 比해서 Thiazol系는 18, Thiuram系는 26으로 상당히 Crosslinking이 進行한다는 것을 알 수 있다.

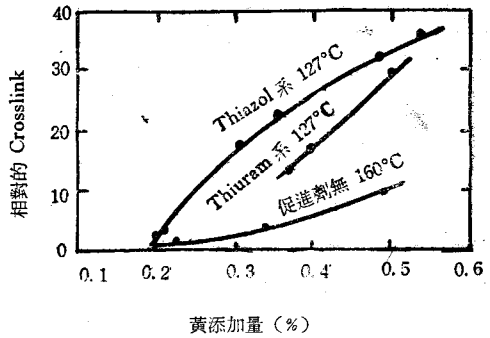


그림 5. 加黃促進劑와 加黃 關係
(不飽和度 1.7mol% Butyl고무)

따라서 弱促進劑나 促進劑를 使用하지 않는 경우 등은 같은 程度의 Crosslinking이 일어나기 때문에 많은 黃을 必要로 한다는 것을 그림 5에서 明確히 알 수가 있다. 그리고 配合된 硫黃의 일부가 亞鉛華와 作用하여 硫化亞鉛이 됨을 알 수 있다.

e. 溫度의 影響

여러가지 硏究의 結果 Tetramethyl-thiuram-disulfide와 Tellurium-diethyl-di-thiocarbamate가 代表的인 加黃促進劑로서 有効히 使用되고 있다. 이들 促進劑를 쓰는 경우의 加黃溫度, 加黃時間, 加黃度의 關係는 그림 6~7에 나타내고 있다. 그림 6~7에서 알 수 있는 바 같이 特히 加黃溫度 204°C의 Curve는 膨潤率이 最低點을 넘어서 再次 時間과 같이 上昇하고 있다. 이 現狀을 "Reversion"이라 하는데 最適加黃이 지나면 再次 Crosslink가 破壞되는 것을 나타낸다. 有機多黃化物은 140°C 以上이 되면 S-S 結合이 끊어진다는 것을 알수 있으며 이 黃이 水素를 빼앗으면 Thiol (M-

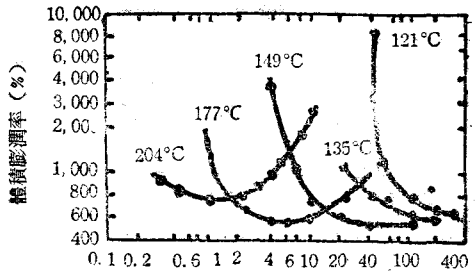


그림 6. Tetramethyl thiuram disulfide 促進劑

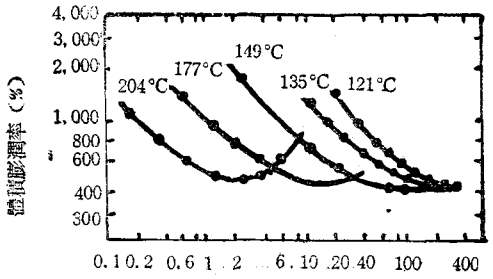


그림 7. Tellurium dithio-carbamate 促進劑

ercaptane)을 生成한다고 생각되고 있다. 그리고 그와 같이 加黃 中에 생기는 黃化水素도 結合을 破壞한다는 것을 알 수 있다.

f. Reversion과 그의 防止

上述한 바와 같이 Reversion이란 Disulfide의 結合이 破壞되어 Mercaptane을 生成하는 것이다. 이것은 表 3에서 알 수 있는 바와 같이 Reversion을 일으킨다는 것은 體積膨潤도 크고 同時에 Mercaptane도 많아져 있다. 그리고 Butyl 고무의 加黃物을 H_2S 氣體中에 150°C로 加熱한다면 完全히 Reversion이 일어

表 3. 加黃 Butyl 中의 Mercaptane 含有量과 Reversion

加　　黃	促 進 劑	體積膨潤率 (%)	mercaptane 黃 (%)
80min ⓐ 149°C	TMTDS	360	0.23
80min@149°C+40 min@204°C	〃	1560	0.70
H_2S 氣體中에서 分解	〃	可　溶	1.02
80min ⓐ 149°C	TDEDC	310	0.07
80min@149°C+40 min@204°C	〃	480	0.11

表 4. 過酸化 Calcium에 依한 Mercaptane 生成의 抑制

加　　黃	促 進 劑	體積膨潤率 (%)	mercaptane 黃 (%)
10min ⓐ 177°C	TMTDS	520	0.16
80 〃 ⓐ 177°C	〃	1440	0.54
10 〃 ⓐ 〃	TMTDS +CaO_2	490	0.06
80 〃 ⓐ 〃	〃	740	0.20

난다. 이러한 고무의 結合이 끊어지는 경향을 억제하는 것으로서 過酸化物을 들수 있다. 一般的으로 有無機의 過酸化物은 다소 强하여 275~570°C에서 分解한다 CaO_2, PbO_2, MnO_2, SnO_2의 非金屬酸化物이 特히 效果的이다.(表 4 參照) 이와같이 亞鉛華도 ZnS를 形成함에 따라 H_2S의 生成을 억제하는 作用을 한다.

(2) 少量黃에 依한 加黃 —Monosulfide Crosslink—

前述한 Disulfide 結合은(—C—S—S—C—) 溫度가 上昇하면 끊어지기 쉽다. 最近의 硏究結果, 더 安定性이 좋은 Monosulfide 結合 —C—S—C—가 開發되었다.

a. 加黃方式

이 方式은 Free Sulfur를 쓰는 代身에, 分解하여 黃을 供給하는 Surfur donor를 使用하는 方法으로 Sulfur donor 方式이라 한다. 黃供給源으로서 Morpholine disulfide가 널리 사용되고 있으나 최근 Thiurum tetrasulfide나 Xanthogen disulfide도 같은 效果를 가지고 있다. 이 方式은 黃이 적으므로 加黃이 늦 다든가 引張强度가 떨어진다든가 하는 결점은 있으나 耐熱性, 屈折性, 低Compression set 등이 大端히 좋아짐으로 實用上 重要하다. 또 이와같이 黃의 配合量을 普通보다 적게하고 그 代身 TDEDC 等의 超促進劑量을 增加시킴에 따라 같은 結果를 나타낸다.

널리 利用되고 있는 代表的인 配合例는 다음과 같다

1) Sulfur donor

Morpholine disulfide 또는 Thiuram tetra-disulfide	2.0 部
Thiuram 또는 Dithiocarbamate	2.0 〃

2) 黃少量~促進劑多量

Thiuram 또는 Dithiocarbamate	3.0~4.0 部
Sulfur	0.3~0.5 〃
Thiazol*	0~1.5 〃

* Scorch retarder로서 作用

f. 物理的性質의 改良點

이와같이 黃量을 減하는 加黃方式을 行함에 따라 Butyl 加黃고무의 性質이 어떻게 變하는가를 表 4, 表 5를 보면 알수있다고 생각한다. 引張强度는 低

表 4. 物理的性質：보통 黃加黃/Sulfur donor 加黃

Butyl (Esso Butyl 325)	100	100
FEF Black	60	60
Zinc oxide	10	10
Stearic acid	1	1
Morpholine disulfide	—	2
Sulfur	2	—
Tetramethyl thiuram disulfide	2	2
加黃：45 min @ 160°C		
Tensile strenth, psi	1700	1300
Modulus 300%, psi	—	1050
Elongation, %	230	470
Compression set "B" %*	37	12
Compression set "A" %*	38	9

* 72 hr @ 100°C

下되지만 Compression set는 大端히 改良되어 있다. 彈性試驗은 Goodrich flexometer의 結果를 表 6에 紹介하였다. 이로서 低黃加黃이나 Sulfur donor 加黃이 安定한 Crosslink를 가지고 있음을 알수 있다.

表 5. 物理的性質：보통 黃加黃/低黃加黃

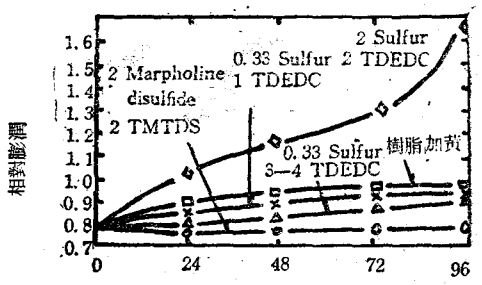
Butyl (Esso Butyl 325)	100	100	100	100
FEF Black	60	60	60	60
Zinc oxide	10	10	10	10
Stearic acid	1	1	1	1
Sulfur	2	0.33	0.33	0.33
TDEDC	2	1	3	4
加黃：45 min @ 160°C				
Tensile strength, psi	1640	1330	1290	1240
300% Modulus, psi	—	830	1060	1070
Elongation, %	215	565	475	410
Compression set "B" %*	68	42	26	26
〃 〃 "A" %*	29	27	15	16

* 72 hr @ 100°C

表 6. 各種 硫黃加黃物의 彈性試驗

	Permament Set %	Dynamic Draft	溫度上昇 (°C)
Butyl-2 phr S	12	6.5	19
Butyl-2phr Morpholine disulfide	4.3	5.2	36
(第 4 表의 配合)			
Butyl-2 Surfur-2 TDEDC	4.1	3.5	17
Butyl-0.33Sulfur-1 〃	26.8	11.7	49
Butyl-0.33 〃 -3 〃	7.8	2 6	36
Butyl-0.33 〃 -4 〃	3.4	3.2	42
(第 5 表의 配合)			

또 어느것이나 發熱量이 큰것은 Modulus가 낮고 外部 Energy(一定荷重에 依한)의 收受量이 크다는 것을 나타내고 있다. 그림 8은 100°C의 기름에 몇시간 浸漬시킨 경우의 膨潤과 室溫에서 一週間 浸漬시킨 경우의 膨潤과의 比를 相對膨潤으로서 比較한 것이다. 이것에 의해 安定性이 改良된다는 것이 證明되었다고 생각한다. 耐熱性에 關해서는 表 7을 參考하시기 바란다.



油中浸漬時間 (hr.) @ 100 °C

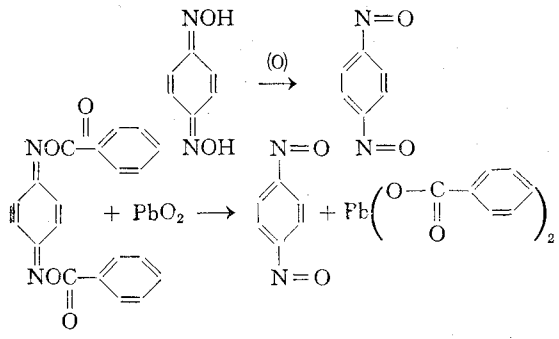
그림 8. 相對膨潤의 比較

表 7. 熱老化：黃/Sulfur Doner

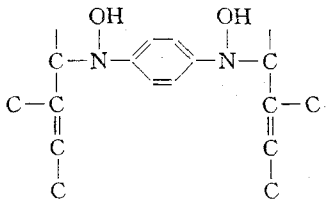
基礎配合：Butyl 고무-100, Hard clay-30, ZnO—5				
加黃劑：	Sulfur 2,	DPTTS 2,	DPTTS 2,	CPB 2,
	ZDXDC 1.5,	EDBDC 3,	TMTDS 2,	TMTDS 2,
	Z DBDC 1	MBT 1.5	TDEDC 2	TDEDC 2
老化前： 引張强度, psi	1,500	1,420	1.370	1,400
伸張率, %	660	580	560	590
老化後： 10日 @ 135°C				
引張强度(老化前에 對한 %)	29	54	54	52
伸張率(〃)	35	55	43	48

(3) Quinoid 加黃

Quinoid 加黃은 GMF (p-Quinone dioxine) 또는 DBGMF (Dibenzo GMF=*p,p'*—dibenzoyl quinone dioxine)에 依하여 加黃하는 方法으로서 어느것이나 다음과 같이 酸化되어 Dinitrobenzene 으로 된다. Quinoid 加黃은 또 Dinitrobenzene 加黃이라고도 한다.



따라서 工業的으로는 Pb_3O_4 및 MBTS에 依하여 活性化하여 Tire의 Brother, 耐熱 Sael, Gasket, Hose, Wire insulation 등에 利用하고 있다. 또 Chlorotoluene sulfonamide 등과 같은 Halogen donor와 PbO_2는 超速効性酸化劑로서 作用함으로 自然加黃이라든가 室溫加黃 Cement 等에 利用하고 있다. Channel black 表面에 吸着되어 있는 酸素도 酸化促進劑로서 作用하여 加黃을 빨리 하는 效果가 있다. 上記한 바와 같이 生成된 Dinitrobenzene이 結局 아래와 같이 고무分子와 같이 結合하여 —C—S—S—C—나 —C—S—C— 結合을 形成하는 것이다.



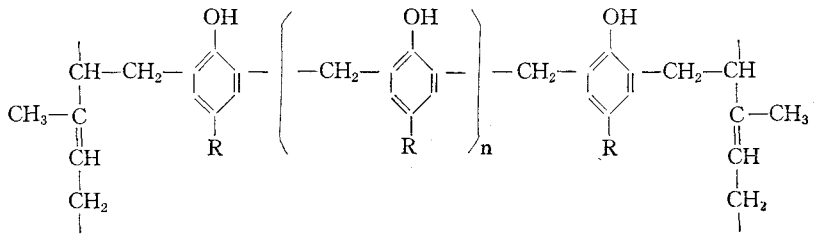
一般的으로 DBGMF 보다 GMF가 加黃이 빠르며 Scorch가 일어나기 쉽지만 普通 物性은 優秀하다. 前述한바와 같이 Channel black이나 Stearic acid 등의 酸性物質은 加黃을 빠르게함과 同時에 Scorch도 하기 쉽다. 특히 Stearic acid는 無機充塡劑配合 操作上 必要時外는 使用하지 않으며 오히려 Scorch retarder를 併用할 때가 많다.

Quinoid의 代表的 使用量은 다음과 같다.

MBTS	4.0部
GMF	1.5〃
Pb_3O_4	5.0〃

(4) 樹脂加黃

Butyl 고무는 MPFR (Methylol phenol formaldehyde resin)이나 BAPFR 등의 Resin에 依해서 加黃된다.



이 경우에는 —C—C—C— 結合이 되므로 耐熱性(200°C 以上의 高溫下에서도 實用强), Compression set, 屈曲性 耐Ozone性등이 特히 優秀하다. 다만 加黃速度나 引裂强度는 나쁘다. 이 樹脂의 配合量은 보통 12 phr 이며 鹽化第1錫, 鹽化第2鐵등의 金屬Halogen化物이나 Neoprene, 臭素化 Butyl, Hypalon 等의 Halogen化 彈性體들이 促進劑로서 使用되고 있다. 特히 前者는 促進效果가 크며 使用量도 적어도 된다. 亞鉛華는 金屬鹽化物의 加黃促進을 妨害하지만 有機 Halogen化物을 促進劑로서 使用하였을 때는 必要로 한다 그림 9 는 黃加黃과 樹脂加黃의 加黃速度와 安定性을 比較한 것이다. MPFR에 各種 促進劑를 併用한 例를 表 8에 表示하였다. BAPFR은 그 自身 臭素로서 活性化 되어 있으므로 Halogen 化物을 促進劑로서 使用할 必要는 없다.

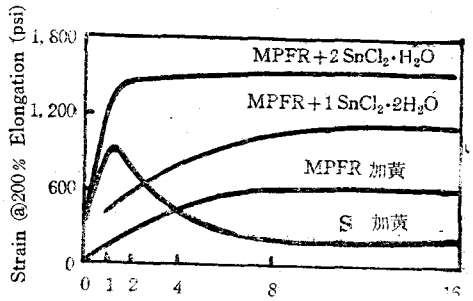


그림 9. 黃 및 樹脂의 加黃速度의 安定性

表 8. 樹脂加黃의 比較

基礎配合 : Butyl(Esso Butyl 218)−100, HAF Black−50			
加黃劑 :	A	B	C
	MPFR 12	MPFR 12	BAPFR 12
	Hycar2202 10	$SnCl_2$ 5	亞鉛華 5
	亞鉛華 5		
老化前(160°C 加黃)	20～40分	20～60分	30～60分
引張强度, psi	2160	2220	2170
伸張率, %	670	300	470
Mooney scorch T_4 @250°F (121°C)	30+	7	30+
老化後(7日 @ 149°C)			
引張强度 (老化前에 對한 %)	57	80	76
伸張率 (〃)	57	40	62
% Compression set "B" 70hr @100°C	44	20	29

※ BAPFR Bromomethyl alkylated phenol formaldehyde resin

DBGMF Dibenzoyl ester of quinone dioxime
CPB Dibutyl xanthogen disulfide
DPTTS Dipentamethylene thiuram tetrasulfide
MBT 2-Mercaptobenzothiazole
MBTS Benzothiazyl disulfide
MPFR Methylol phenol formaldehyde resin
TDEDC Tellurium diethyl dithio carbamate
TMTDS Tetramethylthiuram disulfide
ZDBDC Zinc dibutylthiuram disulfide
ZDXDC Zinc dibenzyldithiocarbamate

追記 : 當社는 1962年부터 Butyl 고무의 Curing bag을, 1964年부터 Butyl 고무의 Inner tube를 生産하고 있으며 本文은 그동안 수집해둔 문헌의 一部를 소개한 것임.

參 考 文 獻

大屋和夫, 合成고무 **5** 30～35 (1963 No.6)
松原光一, 合成고무 Handbook 558～562 (1960)
各社 Catalog

【技術 노一트】

SILENE D

1. 成 分 : 沈降性水和셀리카(微粉含水硅酸)
2. 供給者 : Pittsburgh Plate Glass Co., Chemical Division.
3. 性 質 : 白色, 無臭, 無毒性粉末, 比重 1.93, 粒度 0.08～0.12 미크론
4. 配 合 : 彈性體全部 및 PVC
5. 機 能 : 補强充塡, 加工性優秀, 押出 및 칼렌다링 容易, 치수安定, 分散容易, 非加黃遲延性.
6. 用 途 : Sole 및 其他製靴用, 工業用品.
7. 配合例 :

ㄱ) EPDM 과의 配合(高速押出用, 4分)

第1段階(반바리, 199°C)		第2段階	
Nordel 1040	100	Sulfur	1.5
Silene D	100	MBT	0.5
Naphthenic oil	25	DPG	1.0
Zinc oxide	5	TMTM	1.5
Sulfasan R	1.0		
Mooney plasticity			
ML	212		105
MS	280		36

Stress-Strain, 加黃 4分/171°C	
硬度, 쇼아 A	60
300% 모듈라스, psi	620
引張强度, psi	1620
伸長率, %	820
引裂, Die B, lb/in	270

ㄴ) Nitrile-PVC 와의 配合
(鮮明한 色彩와 스므스한 表面을 가진 製品)

Nitrile-PVC	100	Stearic acid	0.25
Zinc oxide	5	DOP	35
Sulfur	1.75	TiO_2	5
TMTM	1	Silene D	140
DPG	0.25	Color MB	6

Specific gravity	1.40
Mooney plasticity, ML4/100	78
Mooney scorch at 250°F (121°C)	
MS	14
T_5 分	17
T_{35} 分	30
Extrusions (Tubing)	
表面相	平滑, 光澤
Stress-strain, 加黃 15″/149°C	
引張强度, psi	1,000
伸長率 %	200
硬度, 쇼아A	80
引裂, Die B, lb/in	210

(Materials and Compounding Ingredients For Rubber and Plastics, Rubber World 社 發行 *Rubber World*, **155**, No.3, p.72～73(1966))