

고무工業用 Polybutadienes

美國 및 西歐製의 差異點의 比較研究

本會編輯部譯

<編輯者註>

本論稿는 美國化學會의 고무分科委員會가 主權하여 샌프란시스코에서 열린 심포지움에서 United Carbon Co.의 Fred W. Barlow 氏가 發表한 研究論文이며 Barlow 氏 및 同學會의 承認을 얻어 掲載하는 것이다.

溶液重合法(Solution polymerization process)에 依해서 製造된 Polybutadiene(PBD) 고무는 5年前부터 工業用으로 使用케 되었다. 이 고무의 種類는 增加되어 現在 市販用으로 出廻되고 있는 數는 16種이나 된다. 따라서 生産量도 增加一路에 있다. 使用觸媒 및 다른 工程의 媒介變數의 差異로 上記 品種들은 各各 그 性質이 廣範圍하게 달라지게 되었다. 아직도 이 PBD는 大部分 價格面에서 競爭이 甚하여 多少 變動이 있을 것으로 보인다. 이 研究의 目的은 고무配合技術者들이 普通 고무의 性質에 比하여 어떠한 差異點이 있는 가를 觀察하기 爲하여 美國 및 外國製 PBD를 試驗比較해 보는데 있다. 高構造 Carbon black이 PBD의 押出作業을 容易하게 한다는 것은 周知되어온 事實이다. 本研究에서는 몇 가지 다른 PBD를 使用해서 Carbon black의 構造를 押出, 加工 및 두 加黃고무의 Data에 特別히 關聯시켰다. 最終으로 Neoprene W 및 Butyl 218을 混合한 PBD 試料 두 가지를 다시 使用해서 이들 試料고무에 差異點이 있는 가를 試驗해 보았다. 이와 같은 다른 고

무와의 混合物에 對해서 廣範圍한 研究를 하지 못하였으나 이 研究가 完成되면 工業用으로 應用할 價値가 있는 獨特한 性質을 觀察할 수 있을 것이다.

여기서 使用한 試料는 아무렇게나 選擇한 것이고 數次 反復한 試驗에 依해서 나타난 몇가지의 差異點을 實證하지는 못하였다. 이 때문에 上述한 差異點을 早速 比較하지 못하였다. 本稿 末尾에 本論文에서 文字로 表示한 試料를 解說해 두었다.

現在 研究中에 있는 PBD의 形態學的 特性을 다음 <表 I>에 나타내었다.

<表 I> PBD의 形態學的 特性

品種	% Cis 1,4	% Trans 1,4	% Vinyl 1,2	DSV
A	98.0	1.0	1.0	1.7
B	96.5	2.0	1.0	1.8
C	96.5	1.0	2.5	1.8
D	94.5	1.0	4.5	2.2
E	94.0	1.0	5.0	2.2
F	94.0	2.5	3.5	2.1
G	89.0	4.5	6.5	2.1
H	43.0	49.0	8.0	1.8
I	38.0	53.0	9.0	2.0
J	37.5	53.5	8.5	1.8

이 表의 DSV는 稀釋溶液粘度值(Dilute solution viscosity value)를 말한다. $\pm 0.5\%$ 의 範圍內에서는 正確하다고 看做되는 Cis 值를 下行順으로 列舉하였고 이 值에서 高 및 低 Cis polymer 間의 顯著한 差異, 即 A부터 G까지는 높고 H부터 J까지는 Cis 值가 낮은 것을 알 수 있다. Cis 含量은 上記 두 가지 類型에서 불

때 높은 것은 9.0이고 낮은 것의 範圍는 5.5% 이므로 이들 두가지 類型의 配合고무 에도 重要한 差異點이 있게 된다. 더우기 DSV 値는 微細構造와 相互關係를 나타낸다.

이들 PBD 를 試驗評價하는데 使用한 試驗 配合는 標準 PBD 配合를 만들어 내는 任務를 가진 ASTM 職務委員會에서 誘導해 낸 것 이며 다음에 이 配合表를 나타내었다.

Polybutadiene	100
HAF black(IRB ±1)	60.0
Naphthenic oil*	15.0
亞鉛華	3.0
스테아린酸	2.0
硫黃	1.5
Santocure	0.9
	182.4

*Circosol 4240 또는 그 對等品

다른 配合劑가 全然混入되지 아니한 PBD 單獨으로 Roll 上에서 作業할 때는 PBD 고무 가 乾燥하므로 Roll 上에서 축 쳐져서 表面이 거칠게 된다. 이 때문에 ASTM 에서 推薦한 다음과 같은 混合工程을 選擇하였다.

Banbury 使用 PBD 配合

78 r.p.m.

Rotor 廻轉과 同時에 時計가 움직임.

Rotor 의 溫度가 122±9°가 되도록 蒸氣 및 冷却水를 調整함.

1. 고무, 스테아린酸, 亞鉛華를 投入하고 蒸氣 및 물을 틀어 놓았다면 잠겨야함 $\frac{1}{2}$ 分
2. Carbon black 의 半을 加함.....1分
3. Carbon black 의 半을 加함.....2分
4. 기름을 加함.....3分
5. 뚜껑을 열고 Banbury 内部 및 뚜껑을 깨끗이 清掃한다4分
6. 混合고무를 落下시킴(이때 Batch 溫度는 320±9°F).....6分

7. Roll 溫度를 122±9°F로 維持해서 게이지를 0.020吋으로 하여 Batch 를 이 Roll로 通過시킨 다음 秤量함.

最終通過用 Roll

溫度: 122±9°F, 게이지: 0.060吋

1. 硫黃 및 促進劑를 Batch 에 徐徐히 投入함1分
2. Batch 를 Roll 에서 잘라내고 게이지를 0.032吋으로 調節한 다음 Batch 를 다섯 번이 Roll에 通過시킨다.
3. Batch 를 0.078吋 두께로 얇게 뽑아낸다.

上記 配合고무를 混合하는 途中 最大電力 消耗 및 고무의 溫度와 같은 特性에 큰 差異點을 發見할 수 있었다. 그러나 이와같은 變數는 微細構造分析이나 DSV 値와는 密接한 相關關係가 없었다. 가장 높은 溫度는 J가 351°F 이고 E가 가장 낮은 溫度로서 285°F 이었다. 最大 電力需要量은 H가 11.4 KW 로서 最高를 示顯하고 있으며 B는 9.3 KW 로서 最低値를 나타내었다.

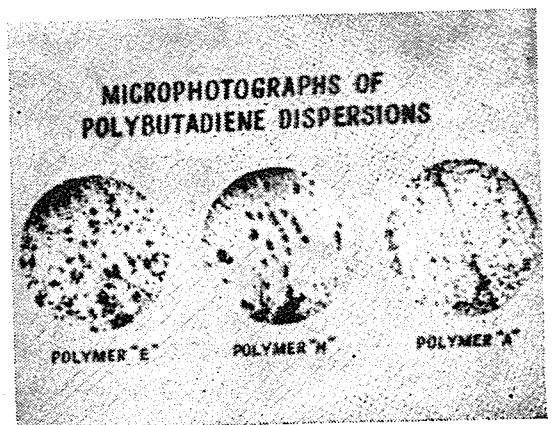


그림 1

顯微鏡寫眞으로 이들 配合고무의 加黃斷面을 觀察하여 (그림 1)에 그 寫眞을 提示하였다. 이 寫眞에서 가장 分散이 잘 된 것은 右側에 있고 中心部에 特殊한 分散을 이루

고 있는 左側 그림이 分散이 가장 나쁘다. 이들 配合고무의 分散度는 네 사람의 技術者가 그 順位를 定했으며 이 順位の 平均値가 決定되었다. 여기서 平均分散의 順位 및 微細構造値와 DSV 值間의 統計인 相關關係를 觀察하기로 하였다.

이 研究에서 意外의 發見은 重合體의 Vinyl 含量은 0.92 라는 統計인 確率을 가진 分散의 特性에 直接 關係되고 있다는 事實이다.

이들 配合고무는 NRM(National Rubber Machinery Company) 1- $\frac{1}{2}$ 吋型 試驗室用 押出機를 使用하여 3/16吋 圓形金型 및 Garvey 形金型을 通해서 押出되었다. 出口 및 스크류는 約 220°F의 溫度로 維持하였다. 이들 配合고무의 外觀, 膨潤 및 押出速度는 廣範圍하게 틀렸다. (그림 2)에 Garvey 效果가 아주 圓滑한 것과 가장 거친 것, 그리고 이의 中間에 屬하는 Garvey 金型押出의 試驗結果를 나타내었다.

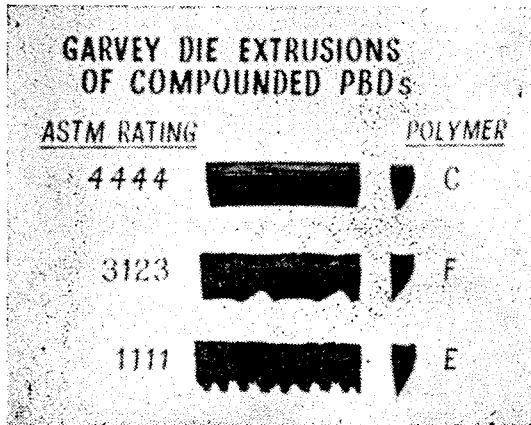


그림 2

ASTM 에 Garvey 金型으로 押出된 고무의 外觀으로부터 押出性을 評價하는 基準이 規定되어 있다. 評價値는 4 位의 數字로 表示되어 있다. 첫번째 數字는 膨脹 및 多孔度를 意味하고, 두번째 數字는 30 度角을 이루고 있는 가장자리(Edge)의 銳利度(Sharpness)

및 連續狀態(Continuity)를 나타내며, 셋째 數字는 表面의 平滑度(Smoothness)를, 그리고 마지막 넷째 數字는 구석진 곳(Corner)의 Sharpness 및 Continuity를 나타낸다. 이 評價値의 範圍는 1(不良)로부터 4(優秀)까지 이르고 있다. 그러므로 가장 不良한 評價値는 1111 이고 가장 優秀한 것은 4444 가 된다. 이와같은 方法으로 評價해서 C는 4444, F는 3123, 그리고 E는 1111 이 된다.

押出고무의 表面의 粗雜性 때문에 押出 또는 金型膨潤(Die swell)의 決定値는 近似値를 나타낼 수 밖에 없다. 金型膨潤 및 押出에 對한 評價値를 <表 2>에 나타내었다.

<表 II> Die swell & extrusion rate of PBD compounds

고무種類	% Die swell	Extrusion rate, m/min
A	102	3.38
B	107	3.28
C	106	3.02
D	80	4.65
E	94	5.78
F	94	4.83
G	107	3.83
H	82	5.33
I	69	5.18
J	94	5.70

金型膨潤은 金型直徑 0.188吋 以上の 押出物의 直徑增加率로서 計算한다. 여기서 나타난 가장 낮은 金型膨潤은 I 고무의 69% 이고 가장 높은 것은 107%의 B 및 G 고무이다. PBD가 다른 고무와의 混合時 少量 即 35%를 使用한다 하더라도 이와같은 差異點은 工場의 押出機에서 實際로 押出할 때는 重要한 變化가 일어날 수 있다는 것을 意味하며 따라서 金型의 代替使用을 當然히 必要로 할 것이다. 또 이 表에서 押出速度가 가장 빠른 고무는 E로서 5.78 m/min 이고 가장 느린 것은 3.02 m/min의 C 고무이다. 이 差異는 約 2對 1의 比가 된다.

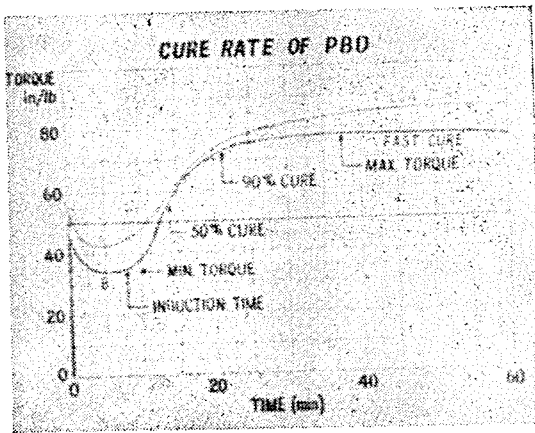


그림 3

上述한 配合고무의 加黃速度는 Monsanto Rheometer를 使用하여 다음의 條件下에서 測定하였다. 溫度 : 293°, 豫熱 : 15 抄, 900 cycle/min 및 3° arc

(그림 3)에 이들 고무中 加黃速度가 가장 빠른 것과 낮은 것에 對한 Rheometer 追跡圖와 20, 50 및 90%의 加黃點 및 誘導時間을 決定하는데 使用하는 方法을 나타내었다.

<表 3>에 誘導期間(Induction period) 및 이들 고무의 20, 50 및 90%의 加黃點에 對한 時間을 나타내었다.

<表 3> Induction and Curing Point Times for PBD Mixes

Induction Time		20% Cure point		50% Cure point		90% Cure point	
Time	Compounded Polymer	Time	Compounded Polymer	Time	Compounded Polymer	Time	Compounded Polymer
分 抄		分 抄		分 抄		分 抄	
9 10	A	12 15	A	15 45	E	30 15	E
8 50	C	11 55	C	15 35	G	27 20	G
8 15	B	11 40	F	15 10	F	26 30	F
7 30	J	11 30	E	15 10	A	24 40	D
7 20	H	11 20	B	14 45	C	24 0	H
7 10	I	11 12	D	14 25	D	24 0	J
6 50	E	11 10	G	14 0	I	23 30	I
6 45	D	10 48	I	14 10	H	23 30	A
6 30	F	10 45	H	14 0	B	22 30	C
6 15	G	10 30	J	13 35	J	21 20	B

이들 配合고무의 誘導期間은 Mooney Scorch Time 에 거의 비슷하며 G 고무의 6分 15抄로부터 9分 10抄의 A 고무까지는 相當한 變化가 있었다. (그림 3)으로부터 이들 配合고무의 相對加黃速度는 最少值에서 最大值까지의 Torque 가 20, 50 및 90%로 增加되는데 必要한 時間의 算出로 決定되었다. 加黃初期에는 50%까지 加黃速度는 거의 비슷하다. 例를들면 20%까지의 加黃에서는 가장 느린 것과 가장 빠른 加黃고무와의 사이에는 不過 1分 45抄의 差異 밖에 없으며 50% 加黃에서는 2分 10抄의 差가 있다. 그러나 90%에서는 差異가 8分 55抄나 된다.

이와같이 差異가 甚한 理由는 C 고무의 若干 上昇한 Torque 值 때문이다. 一般的으로 고무들은 20에서 50까지 그리고 完全加黃點인 90%까지 進行하는데 各自의 相對序列을 가지고 있다. 但 여기에는 두 가지 例外即, 試料 C 및 D가 있으며 이들 두 가지 고무는 20%까지 到達하는데 가장 긴 時間을 要했으며 50%에서는 中間序列을 차지하고 있었고 90%까지 到達하는데 첫번째로 例外的인 하나의 結果가 나타났다. 이들 두 가지 고무의 相對位置는 加黃點이 交叉되었기 때문에 서로 變化를 發見할 수 없었다. 萬一 이들 두 가지 配合고무가 여기서 除外된다면 DSV

值와 加黃速度間에 뚜렷한 相關關係가 있게 될 것이다. 이 두가지 特性間의 相關係數는 0.570이며 이 數字는 統計的으로 相關關係가 없는 100 中에 단지 12의 成算이 있다는 것을 意味하는 것이다. 이 關係에서 낮은 DSV 値는 빠른 加黃速度를 同伴한다.

293°F에서 加黃한 이들 配合加黃고무에 對하여 몇가지 一般的인 고무試驗을 行하였다. Stress-strain 特性을 決定함에 있어서 誤差가 많은 強力破壞點이 있었으므로 普通 세個의 Dumbbell 試驗片을 使用하는 것을 다섯個로 해서 그 中間值를 取하였다. (그림 4)는 最低 및 最大의 強力을 가진 配合고무, 그리고

300% Modulus 및 最低, 最大值의 300% Modulus 를 나타내고 있는 代表的인 抗張力 曲線들이다. 強力은 40 分의 加黃時間近處에서 最高點을 示顯하고 있으며 90 分에서 顯著히 低下되고 있다. 抗張力의 範圍는 約 650 psi이며 300% Modulus 는 約 400 psi이다.

<表 4>에 이들 고무에 對하여 發見했던 보다 더 基本的인 加黃고무의 性質을 列舉하였다. 加黃時間 60 分까지는 伸張率이 거의 비슷한 平衡을 이루고 있으며 370 으로부터 500% 까지의 範圍를 차지하고 있다. 이것은 고무의 Trans 나 Cis 含量과는 密接한 關係가 없는 것 같다. 그러나 DSV 値에 關係된다는 것이 證明되고 있다. 即, 4 個의 伸張率이 가장 낮은 配合고무는 1.80 또는 그 보다 더 낮은 値를 보이고 있다.

Shore A 2 硬度는 이들 配合고무에서는 變化가 甚하다. 45 分—10 抄의 硬度를 標準으로 하였을 때 A 고무配合의 49 로부터 E 고무配合의 56 까지 7의 差異가 있다. DSV 値와 硬度間에 關係가 있는 것은 意外의 發見이다. 낮은 DSV 値는 낮은 硬度를 同伴하고 있으며 逆으로도 또한 같다.

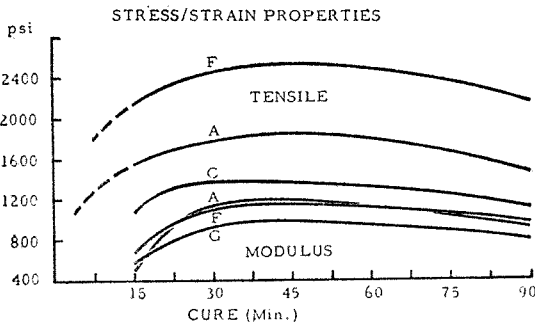


그림 4

<表 4>

PBD 配合고무의 加黃特性

性 質	加黃時間分 (293°에서)	PBD 配合고무의 加黃特性									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
300% Mod. psi.....	30	1220	1330	1450	1150	1175	1095	925	1000	1055	1150
	45	1100	1240	1325	1075	1180	1100	945	935	1050	1195
	60	1120	1240	1250	1040	1180	1050	925	1020	1055	1155
	90	950	1125	1150	960	1180	1000	825	975	950	1090
抗張力 psi.....	30	1690	2195	2200	1930	2225	2460	2245	1835	2275	2195
	45	1875	1995	2065	2400	2230	2245	2325	1585	1850	1910
	60	1540	2000	2000	2175	2100	2400	2100	1950	2025	2170
	90	1475	1850	1710	2200	2070	2090	2070	1620	2275	2000
伸張率, %.....	30	370	420	405	430	460	520	510	460	490	440
	45	400	420	405	510	460	490	540	420	430	395
	60	370	410	410	480	420	500	500	470	430	390
	90	380	410	400	505	430	490	500	425	500	420

Shore 硬度, 10秒	30	51	54	52	53	54	55	50	53	55	54
	45	49	52	52	52	56	55	51	53	54	54
	60	48	52	51	52	55	55	51	52	54	54
	90	46	52	49	51	54	53	51	52	53	53
相對磨耗抵抗, %	75	100	111	110	146	130	150	120	68	105	77
發熱(Firestone) °F	75	185	184	176	165	168	156	196	232	186	186
反撥彈性, %	60	59.08	62.72	60.98	64.83	65.57	66.28	62.36	63.62	64.83	65.38

〈表 4〉에 나타나 있는 相對磨耗抵抗은 Good-year 式 磨耗機上에서 100% 磨耗抵抗을 가지고 있는 A 고무를 任意로 選擇하여 時間當 磨耗容積(c-c)을 測定해서 算出해 낸 것이다. Tread의 磨耗指數를 決定하는데 있어서 試驗室的 磨耗試驗方法을 過少評價하는 傾向이 많다. 이것은 當然히 是認되어야 하지만 遮蔽試驗(Screening test)을 하는데 그 目的이 있는 것이다. H와 D에 있어서의 差異는 2:1이며 이와같은 큰 差異는 實際路上 試驗에서도 나타난다. 이 〈表 4〉의 Data에서 볼 때 Cis 含量과 磨耗抵抗間에는 若干의 關係가 있어 보인다. DSV 値와 相對磨耗抵抗間에는 高度의 統計的인 關係가 있다. 그 相關係數에 依하면 直接關係가 없는 두 個中에 2% 以下の 確率에 있다. 即, DSV 値가 增加되면 相對磨耗抵抗도 增加되어야 한다.

Carbon black 技術者는 고무 및 Black 으로

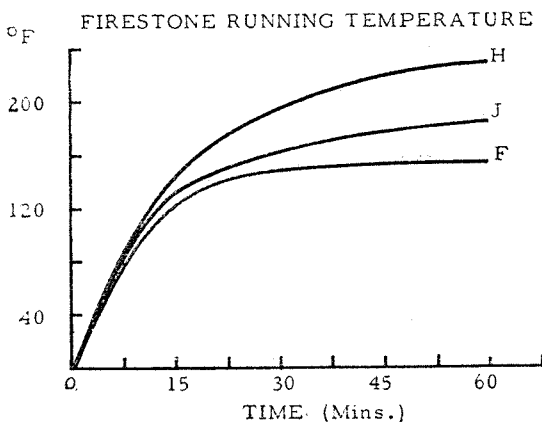


그림 5

配合된 Tread 고무의 熱傳導에 對하여 타이 어配合師와 마찬가지로 깊은 關心을 갖게 된다. (그림 5)는 세가지 配合고무를 Firestone 屈撓試驗機로 試驗했을 때 生成되는 溫度上昇을 나타내고 있다.

曲線은 熱傳度가 가장 높은 고무 및 가장 낮은 고무, 그리고 이의 中間에 屬하는 고무에 對하여 100°F 下로부터 始作한 溫度上昇의 過程을 나타내고 있다. 이들 熱生成의 Data는 〈表 4〉에 있으며(通常 1時間의 試驗) 이들의 範圍는 76°F 이지만 H 고무를 含有하고 있는 配合고무를 除外하면 溫度範圍는 이의 折半뿐이 안된다.

34°F로부터 210°F까지의 네가지 溫度에서의 反撥彈性을 이들 配合고무에 對하여 決定하였다.

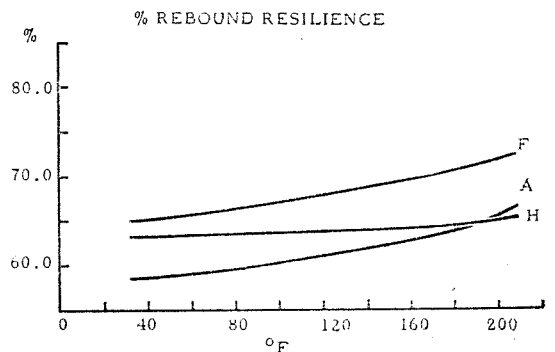


그림 6

PBD의 反撥彈性이 높다는 것은 室溫(37°F)에서 59乃至 66%의 反撥彈性을 가지고 있는 充填劑 및 軟化劑混入의 配合고무로부터 證明되고 있다. 反撥彈性의 差가 7%일 때 고무에 依해서 大端히 重要한 差異가 있다

는 것을 念頭에 두어야 할 것이다. 反撥彈性的 增加率は 그 限界를 넘어서 相當히 緩慢하게 上昇하고 있는 H를 除外한 모든 試料에 對하여 거의 同一하다.

(그림 7)에 293°F에서 45分間 加黃한 配合고무의 應力緩和曲線을 나타내었다. 抗張力試驗用 Dumbbell 型試驗片을 300%까지 伸張시켜 應力緩和를 2分以上의 週期에서 測定하였다. 이와같은 짧은 時間에서도 고무種類間에 相當한 差異가 있다. 微細構造나 DSV 値에 對한 關係는 完全히 探知할 수 없었으나 Trans 含量과는 多少 關係가 있는 것 같다. Trans 含量이 가장 많은 H 및 J 고무는 가장 높은 應力緩和를 가지고 있다. PBD의 加工性을 平滑히 하는데 보다 더 높은 構造를 가지고 있는 Black의 作用이 重要하다는 것은 이미 論及하였다. 이 特性을 보다 더 仔細히 評價하기 爲하여 前述한 配合表와 같은 것을 使用하였다. 그러나 Carbon black 만은 構造가 다른 네가지 HAF, 即, 低, 普通, 高 및 大端히 높은 構造의 Black을 各各 使用하였다. PBD는 두가지를 使用하였는데 前述한 A 및 D 고무이다.

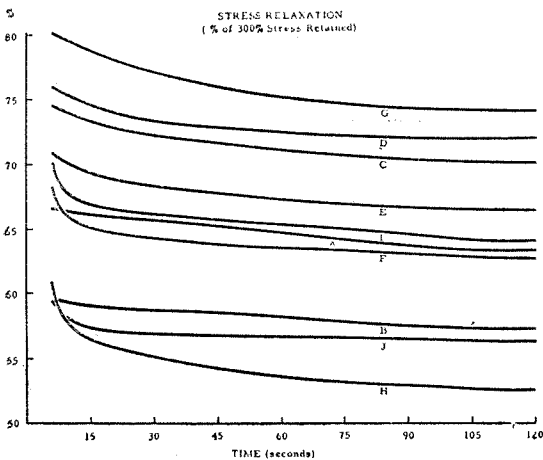


그림 7

(그림 8)은 이들 配合고무의 Garvey die

外觀을 나타내는 寫眞이다.

A 고무와 같이 標準 H 고무는 押出이 圓滑하고 D 고무는 이에 比較될만한 圓滑性에 到達하려면 보다 더 높은 構造의 Black을 使用하여야 한다.

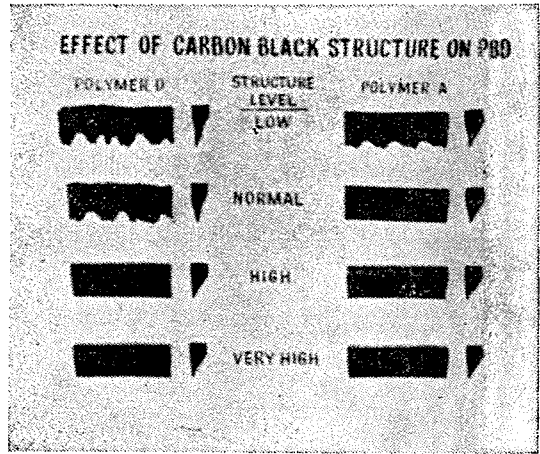


그림 8

<表 5>에 이들 여덟가지 配合고무의 末加黃 및 加黃特性을 提示하였다. 이 Data는 A 고무의 抗張力이 D 고무보다 낮고 試驗室 磨耗試驗抵抗이 낮다는 前述한 Data를 다시 確認시켜주고 있다. 構造에 依한 硬度 및 Modulus의 增加를 防止하기 爲하서는 기름을 더 添加하여야 한다. 萬一 粗雜한 押出이 問題가 되고 다른 理由때문에 고무種類의 變更이 禁止되고 있다면 다음으로 높은 構造의 Black이나 또는 둘중의 하나를 바꾸는 것이 이 問題를 解決하는데 큰 效果가 될 것이다. PBD 및 Neoprene의 混用이 有用할 때가 있다. 예를 들면 PBD의 耐油性은 Neoprene와의 混用으로 改良되고 Neoprene 고무의 低溫脆性(Brittleness)은 PBD의 混用으로 改良된다. PBD의 容積單價가 相當히 低廉하기 때문에 Neoprene와의 混用이 더욱 必要하게 되었다. 이와같은 混用に 關한 多少의 研究가 發表되었다. 두가지 고무의

混合의 問題點은 어떠한 加黃條件을 適用하느냐 이다. PBD 및 Neoprene을 各各 50部씩 配合한 고무의 加黃條件을 이 두가지 고무에 對한 一般의인 加黃條件을 混合한 것을

使用하였고, 아주 中性의 Strees-strain 을 얻었다. 여러번 實驗을 거듭한 끝에 表에 列擧한 고무를 混合하여 훨씬 더 좋은 結果를 얻게 되었다.

<表 5> 構造가 다른 여러 가지 Black을 混入한 PBD 고무의 性質

PBD Brand and HAF structure level	D				A			
	L.S.	N.	H.S.	V.H.S.	L.S.	N.	H.S.	V.H.S.
Mooney 粘度 4 ML(212°F)	69	82	87	101	56	57	60	72
Mooney scorch 5 MS(275°F에서)	18	18	17	15	20	17	15	14
% Die Swell	71.8	83.2	71.8	62.2	90.6	96.6	74.7	63.6
未加黃 고무								
300% Mcd. psi	660	1080	1310	1745	800	1120	1540	1630
抗張力	1675	2300	2360	2475	1920	1500	1710	1650
伸張率 %	520	490	460	400	520	360	320	300
硬度, Shore A	50	53	56	62	46	50	53	58
相對磨耗抵抗 % (75分加黃)	100	142	141	168	113	110	119	107
加黃 고무, 45分加黃 (293°F)								

<表 6>

Neoprene W-PBD 고무와의 混合配合表

	A	B	C	D	E
PBD "F"	100.0	—	—	50.0	—
PBD "A"	—	100.0	—	—	50.0
Neoprene W	—	—	100.0	50.0	50.0
HAF Black	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Pet. Process oil*	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Coal-tar oil*	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
亞鉛華	3.0	3.0	5.0	4.0	4.0

이 配合表는 硬度(Shore A) 60度가 되도록 60部의 HAF 및 25部의 軟化劑를 使用한 것이다. 配合劑의 混合은 每分當 8廻轉을 하는 試驗室用 Banbury 에서 行하였다.

(그림 9)에 Garvey die 押出을 나타내었다. 50%의 PBD를 含有하고 있는 配合고무에서는 押出 圓滑性의 差異가 極히 적으며 PBD의 두가지 配合고무(F,A)는 平滑한 押出性을 나타내고 있다.

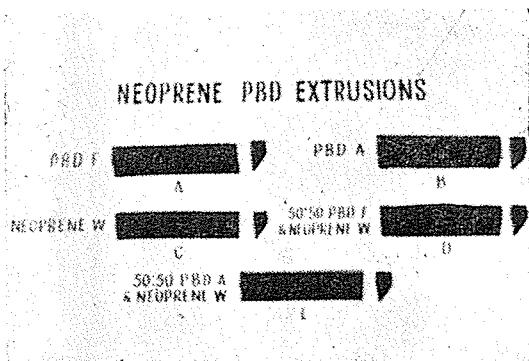


그림 9

<表 7>은 이들 配合고무의 未加黃 및 加黃고무의 性質을 나타내는 Data이다. 混合고무의 加黃特性은 一般의으로 混合方法에 따라 左右되고 抗張力, 伸張率, Modulus 및 硬度는 中間值를 나타내고 있다. 前述한 F-PBD 고무의 高強力 및 硬度는 여기서도(混合고무에서도) 如前히 그 性質을 나타내고 있다. 混合고무의 配合은 加黃이 빨라 大端히 有

用하며 300% Modulus도 相當히 높고 抗張力은 2000 乃至 2400 psi 나 된다. 伸張率은 若干 적으나 硬度(10秒 硬度)는 57 乃至 62 로서 一般적으로 널리 쓰이는 硬度들이다. 反

撥彈性은 期待했던 것 보다 낮다. 低溫屈撓性的 增加는 -90°F 에서 優秀하다. 容積膨脹은 單一고무의 膨潤特性 및 混合고무의 容積비로서 推定한 것과 거의 비슷하다.

<表 7>

Neoprene-PBD 混合고무의 加黃特性
고무配合

	A F	B A	C Neoprene W	D F 및 Neoprene W	E A 및 Neoprene W
Mooney 粘度, 4 ML 212°F	53	44	55	53	41
Mooney Scorch 5 MS, 250°F (mins)·47		46	8	17	21
300% Modulus, psi.....	330	980	—	1890	1875
抗張力, psi	2280	1890	2600	2350	2080
硬度(Shore A, 10 sec).....	50	4	70	62	57
伸張率, %	660	50	220	390	350
反撥彈性, %(40分加黃)	63.26	55.68	56.34	54.24	56.50
容積膨脹(%) 40分加黃 3日間, 212°F , $F \pm 3$, ASTM—油...	245	254	50	113	117
低溫脆性, $^{\circ}\text{F}$, 40分加黃.....	合格 -90°F	合格 -90°F	不合格 -65°F	合格 -90°	合格 -90°F

PBD-Neoprene 混合配合과 같이 PBD 와 Butyl 218 의 混合配合도 Butyl 을 不飽和고무와 加黃하였을 때 이미 잘 알려져 있는 加黃速度의 遲延效果만 避할 수 있다면 極有用한 配合이 될 것이다. 여기에 對한 研究는 一部 成功하였다. 即, 이와같은 고무의 混合配合은 加黃이 可能하였지만 必要로 하는 抗張力을 얻을 수 있다하더라도 고무自體가 大端히 Scorch 性이 強하였고 伸張率이 낮고 硬度는 높았다.

한 配合의 分散은 Vinyl 含量이 많은 PBD 는 優秀하다. 試驗한 고무의 押出性에도 差異가 많으며 Die 膨潤은 69%로부터 107%에 이르고 있으며 押出速度는 2對1 이나 된다. PBD 의 加黃速度는 DSV 値가 낮으면 加黃이 빨라진다. 磨耗抵抗은 고무種類에 따라 다르며 DSV 値가 높으면 磨耗抵抗이 높다. 高構造 Carbon black 은 PBD 의 押出性を 改良한다. PBD 는 Neoprene W 와의 混合이 可能하고 이의 混合고무는 有用한 用途를 가지고 있다.

結 言

PBD 는 配合技術者의 見地에서 볼 때 品種別로 主要한 差異點이 있다는 것은 明白하다. Cis 含量에 依한 差異點 以外 Vinyl 含量 및 DSV 値의 差異도 크다. 여기서 使用

<末尾記>

1. A: Taktene 1220 B: Cariflex BR-11
C: Ameripol CB 220 D: Cis 4
E: Budene 501 F: Duragen
G: Bayer PBD H: Diene 35 NF
I: Diene 55 J: Intene 45 NF
2. D 2230—63 T: 未加黃고무의 押出性