

## 고무配合上的 基本姿勢 및 知識

編 輯 部

### 第 1 部 고무, 加黃劑, 카아본 블랙 및 配合기름

#### 紹 介

다음 技術資料는 1975年 8月 Rubber Age 중 B.F. Goodrich 研究所의 J.R. Beatty와 Phillips petroleum Co.의 M.L. Studebaker가 發表한 “The Rubber Compound and its Composition”을 간추려 翻譯한 것이다.

고무配合에 있어서 配合藥品을 “왜” 그리고 “어떻게” 選擇하여야 될 것인지 또한 配合고무가 使用目的에 適當한 것인가에 대한 決定은 매우 힘들며 重要하다.

配合上的 基本因子는 于先 價格, 配合工程 그리고 配合고무의 物理的 特性等を 考慮하여야만 된다.

萬若 配合藥品의 價格과 完製品의 價格이 서로 相應되지 않으면 自然的으로 販賣價格은 形成되지 못하는 것이 當然할 것이다.

이와 함께 重要한것 중의 하나는 配合上 充填劑의 混合, 스크오치가 發生된다던지 粘着性이 적다던지 그리고 너무나 딱딱하다던지와 같은 어려움이 없이 混合, 壓出作業, 칼렌더作業 그리고 金型作業이 進行되어야 한다. 그러므로 生産製品의 價格中 配合單價가 매우 重要하다.

以上과 같은 條件에 一致하여야 할 뿐만 아니라 配合者는 이 配合고무가 使用되는 物理的 特性도 考慮하여야 한다.

配合作業은 一種의 藝術이며 또한 科學이라고 부를

수 있으므로 配合者는 物理的 特性을 恒常 念頭에 두어야 한다.

이와같은 要求條件에 조금이나마 도움이 되고자 저자들은 商品으로 만들어지는 여러가지 고무類의 特性과 配合藥品의 性質에 對하여 論하였으며 될 수 있는 한 秘密的 配合을 避하기 爲하여 老化防止劑나 加黃劑의 商品名을 排除하였으며 配合기름과 充填劑의 充填量을 거의 5部로 하였으며 大部分의 고무配合物은 適當量의 黃과 sulfenamide 으로 加黃하였으므로 經驗있는 配合

#### 配合上的 重要因子

1. 價格
2. 配合工程
3. 物理的 特性

#### 配合工程上 一般的인 問題

1. 顏料의 混合
2. 充填劑의 分散
3. 配合溫度
4. 要求되는 動力
5. 配合途中 스크오치 發生
6. 粘着性
7. 딱딱함
8. 粘度(흐름)
9. 金型에서의 收縮
10. 押出 또는 칼렌더作業時 要面의 미끄름程度
11. mold flow
12. green strength
13. Cold flow
14. 로울러 또는 Banbury 混合機에서의 粉末化 또는 부서지는 狀態

Table 1. Elastomer Properties and Applications

性質 및 用途 고무種類	價格 (\$/比重) (kg)	硬 度 (쇼아A) (도)	引 張 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	最大 使用 溫度 (°F)	最低 使用 溫度 (°F)	耐 油 性	耐 燃 料 性	耐 水 性	耐 引 裂 性	耐 摩 耗 性	耐 老 化 性	代 表 的 長 點	代 表 的 用 途	備 考
Polyacrylate	4.00	1.10	40-100	70-155	100-400	300	0	VG	F	F	G	E	350°F에서 및 耐熱성이 優	高溫用 transmission seals	低溫용으로 不適 合
Polyisobutylene	0.60	0.92	30-100	70-210	100-700	212	-65	VP	VG	VG	G	E	耐老性, 耐熱性, low rebound	絶緣用, diaphragm	foam rubber 製造
Urethane	1.50	0.85	62-95	70-562	100-700	212	-65	Z	VG	F	S	E	가장 가벼운 고무, 耐老성, 耐油성	Grease seal, gear insulation	
EPDM	0.60	0.85	30-100	70-210	100-300	300	-40	VP	VG	G	E	E	耐老성, 耐油성	벨트	耐熱及 耐候性
Fluoro elastomers	1.4- 1.95	20.0	60-90	70-169	100-350	450	-40	E	E	F	G	E	耐老성, 耐油성	高溫用, 耐油性 seal	高溫用, 耐油用
Chlorosulfonated Polyethylene	0.8-1.10 1.0	50-95	70-197	100-500	250-65	250	-65	G	F	E	G	E	耐老성, 耐油성, 耐化學藥品	耐化學藥品用, irons	耐老性優, 耐候성 및 脫色이 안됨
Natural Rubber	0.60	0.93	20-100	70-281	100-700	180	-62	VF	VP	VG	E	P	高引張性, 耐摩耗	Shock mount, bushing	구름에 使用되는 고무
Polychloroprene	1.00	1.23	20-90	70-281	100-700	212	-65	G	F	G	E	G	耐老성 및 耐油性 100°C에서 耐熱性	seals, bushing	기름과 混合이 잘됨
Nitrile	1.00	1.00	30-100	70-281	100-600	250	-65	VG	G	VG	E	F	耐油性(120°C)	seals, diaphragm	自動車部品の 耐 油用
Polybutadiene	0.40	1.93	30-100	70-210	100-700	212	-80	VP	VP	VG	E	P	低溫性, 耐摩耗	mounts, seals	NR과 같은 耐 摩耗性, 低溫用
Polyisoprene	0.50	0.94	20-100	70-281	100-750	180	-65	VP	VP	VG	E	P	天然고무와 같은 性質	shock mounts, belt	NR보다 引張強度 가 낮다. 價格은 NR보다 一定한 獨특한 價치
Polysulfide	2.00	1.34	20-80	35-88	100-400	180	-65	E	VG	G	P	G	耐候성 耐油性 이 優	diaphragm, seals, gasket	NR를 代身使用 되는 凡用고무
SBR	0.40	0.94	40-100	70-246	100-700	225	-65	VP	VP	G	E	F	100°C에서 耐熱 성	mounts, seals	
Silicone	6.00	0.98	20-95	35-105	50-800	450	-120	F	P	E	P	E	引張強度 低下 이 白色製品製造	seals, gaskets	電氣의 特性, 耐熱性
Ephichlorohydrin	2.00	1.27	60-90	70-176	100-400	250	-50	G	G	G	F	G	耐老성, 耐油性	Gasket, seal for refrigerator	새로운 合成고무

E: 極優, VG: 優, G: 良, F: 普通, P: 不良, 그리고 VP: 極不良, S: 優優

者는 이와같은 配合物의 物理的 特性을 대략적이나마 推測할 수 있을 것이다.

이와같은 配合들이 어떤 特定한 고무製品에 出發點 이기는 하나, 만약 必要하다면 配合過程을 特定한 機具로 調査하던지 調節하여야 한다. 또한 配合士는 物理的 特性에도 맞을 뿐더러 저렴한 價格으로 生産될 수 있게끔 여러가지 藥品을 알아야 한다.

고무配合에 있어서 여러가지 藥品들이 使用되고 있지만 크게 分類할 것 같으면 고무類, 加黃系, 充塡劑, 配合助劑 그리고 其他 藥品으로 나눌 수 있으며 이들에 對한 性質과 機能에 關하여 簡單하게 論하고자 한다.

### 適當한 고무의 選擇

고무配合에 있어 첫째 그리고 가장 重要한 것은 고무의 選擇으로 이것은 價格面에 基準을 둔 것이다.

다시 말하면 가장 값싼 고무를 使用하여 要求되는 特性에 一致되게끔 選擇하여야 한다.

고무의 種類 또는 等級에 따라 價格差異는 當然하지만 選擇上 가장 값싼 價格이면서도 物理的 또는 化學的 그리고 使用限度에 滿足되는 고무를 擇하여야 한다.

Table 1<sup>1)</sup>은 여러가지 고무에 對한 一般의인 性質과 價格에 關하여 나타내었지만 價格은 꼭 一致하지 않겠지만 어느 程度 信憑性이 있으므로 配合物의 價格이 이 範圍에 屬하리라 믿는다.

두번째로 重要한 事項은 混合의 容易性과 이에 따른 配合工程上의 安定性이 좋은 고무를 擇하여야 한다.

한 例로 天然 고무와 SBR의 價格이 서로 올랐다 내렸다 하지만 大體의으로 서로 거의 競爭의이기 때문에 이의 選擇基準은 주로 物理的 性質과 그때의 價格을 參照하여 擇한다.

그러나 이 두 가지 중에도 各各 獨特한 性質이 있으므로 아래 參考에서 理解될 것이다.

(參考 1) 天然 고무의 利用度는 주로 高引張強度, 高伸張率 그리고 耐피로性이 좋으며 특히 100%, 200% 와 같은 高伸張狀態에서 耐피로도가 優秀하다.

그러나 SBR은 一般的으로 低伸張狀態 即 0 및 100%에서 耐피로성도 좋으며 특히 Table II<sup>(2)</sup>에서와 같이 壓縮하였을 때 SBR이 天然 고무보다 優秀하다.

3번째 고무의 選擇因子는 要求되는 引張強度, 伸張率 그리고 모듈러스 또는 딱딱함을 念頭에 두어야 한다. 各 製造會社마다 要求되는 特定한 stress-strain에 關하여 規定지어져 있으며 Table III에서는 引張強度에 따른 21種의 고무類에 對하여 나타내었다.

引張強度가 通常의으로 品質의 尺度로 基準을 두고

있지만 다른 많은 性質을 參酌하는 것이 오히려 效果的인 일 때가 있다. 一般的으로 充塡劑를 많이 加하면 Fig. 1에서와 같이 引張強度가 낮다.

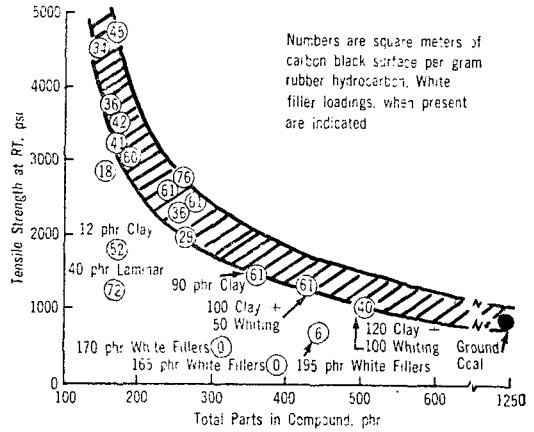


Fig.1 Tensile strength vs total parts of the compounds(21 commercial compounds)

適當量의 補強性 카아본 블랙은 引張強度를 높여 주지만 Clay, 탄산칼슘과 같은 非補強性 充塡劑는 오히려 引張強度를 낮게 한다.

粒子가 큰 카아본 블랙을 使用하였을 때 고무面積當 카아본 블랙表面에 맞닿지 않기 때문에 加黃과 補強性을 주지 못하여 특히, non-black 充塡劑와 같이 存在할 때에는 더욱 더 影響을 받는다

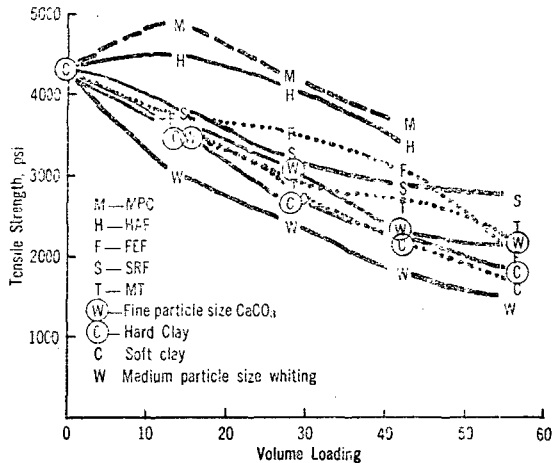


Fig.2 Tensile strength relations for various fillers at comparable volume loadings in natural rubber

萬若 補強性 充塡劑(주로 카아본 블랙)의 量을 增加시키면 시킬수록 引張強度도 비례적으로 점점 높이를

라가다 다시 떨어진다. 이에 대한 것은 Fig. 2와 3에 나타나었으므로 참조하기 바란다.

非補強性 充填劑는 이와 反對로 量을 增加할수록 引張強度는 높아지지 않고 오히려 감소하는 경향이지만 量을 많이 넣어 보다 價格을 低下시킬 目的으로 使用되고 있다.

天然 고무를 使用하여 補強性 카이본 블랙의 量과 引張強度에 對하여 나타냈으며 폴리클로로프렌은 配合特性과 混練條件에 左右되는데 이와 같은 理由는 고무自體의 引張特性 때문이다.

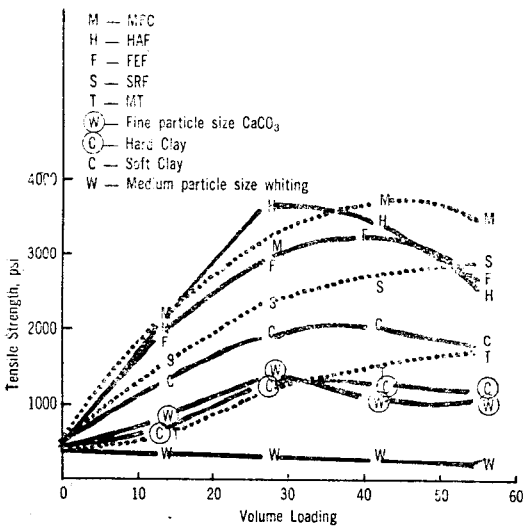


Fig. 3 Tensile strength relations for various fillers at Comparable volume loadings in SBR

만약 고무 自體의 引張強度가 너무 높으면 Fig. 2에서와 같이 관찰할 수 없지만 Fig. 3에서와 같은 非結晶性 고무 즉 SBR과 같은 고무에서는 最高點이 變化하지 않는다.

引張強度와 充填量에 對한 最高點은 butyl 또는 EPDM과 같은 低 不飽和 고무에서는 觀察할 수 없지만 商業的인 카타로그에서는 많이 볼 수 있다.

Table II Effect of elastomer and strain cycle on fatigue life<sup>(2)</sup>

Compound	Elastomer	Life $\times 10^6$	
		-75~0%	+50~+125%
7	OE-SBR	30	5.8
8	OE-SBR/BR blend	13	11.3
9	EPT	30	23.5
2	SBR	22	0.2
1	NR	4	30.0

부드럽고 高 引張強度의 配合物은 天然 고무와 폴리

클로로프렌과 같은 結晶性 고무로 配合할 수 있다.

이와 같은 類의 고무만으로써도 非結晶性 고무라 불리우는 SBR, nitrile 그리고 polyacrylate 고무와 비교하면 높은 引張強度의 加黃物을 얻을 수 있다.

Compound formulations

	1	2	7	8	9
NR	100	—	—	—	—
SBR	—	100	—	—	—
OE-SBR	—	—	137.5	103	—
BR	—	—	—	25	—
EPT (Nordel 1070)	—	—	—	—	100
Zinc oxide	5	5	5	5	5
Stearic acid	3	—	1	1	1
EPC black	50	40	—	—	—
HAF black	—	—	75	75	—
SAF black	—	—	—	—	80
Petroleum oil	—	—	—	10	55
Antioxidant	1	—	1	1	—
MBTS	1	1.75	—	—	—
CBS	—	—	1	0.9	—
TMTM	—	—	—	—	1.5
MBT	—	—	—	—	0.75
Sulfur	3	2	2.5	2.5	1

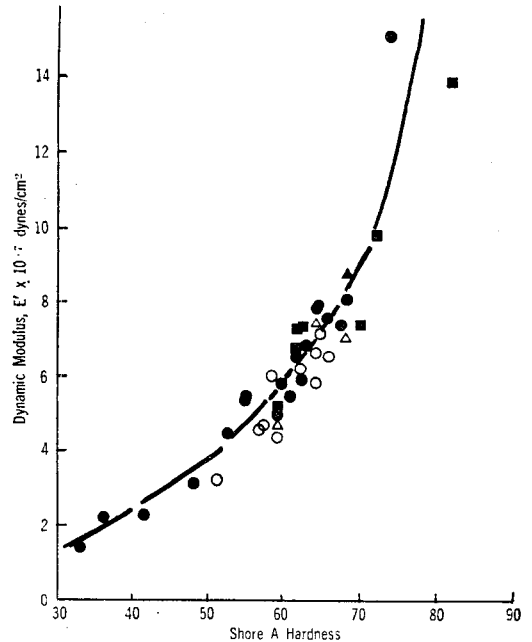


Fig. 4 Dynamic modulus vs Shore hardness (21 commercial compounds)

△ Carbon black loaded natural rubber Compounds; ○ SBR with carbon black only; ■ SBR with black and white fillers; ▲ SBR with white fillers only; ● data from extensive study to extend the curve

Table III. Commercial compounds arranged according to tensile strength

配合番號	配 合 用 途	配合量 ( $\text{kg}/100$ )	單 價 (\$ / pound)	比 重	고	부	카아본 블 레	카아본 블 레 ( $\text{m}^2$ / gRHC)	非黑色充實劑	配合기 및 의 량	引張強度 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	300% 모 둘러치 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	伸張率 (%)	硬 度 (쇼아A) (도)
188	Heavy duty tread	163	0.1757	1.13	NR		45N285	45	—	5	330	148	550	39
224	自動車用 bushing	150	0.1706	1.11	NR		40 S 315	34	—		316	138	580	68
189	耐熱用벨트카머	164	0.1768	1.13	NR		45N326	36	—	5	263	70	600	64
206	Grade 2 벨트	175	0.1677	1.13	SBR(1606)		50N330	41	—	10	248	105	570	64
197	耐熱 및 耐摩耗性벨트카머	174	0.1592	1.12	SBR(1502)		50N330	41	—	15	225	113	530	65
227	灌漑用호오스, 말브가스켓	187	0.1610	1.11	SBR(1608) SBR(1603)		35N220 15 S 300	60	—	30	216	67	540	57
194	브레이크 킵	158	0.1606	1.11	SBR(1503)		40N550	18	—		201	95	530	66
211	승용차용 트레드	252	0.1362	1.15	SBR(6778)		825N339	76	—	62.5	192	93	570	64
208	Custom mix tread	239	0.1596	1.14	SBR(6779)		75N330	61	—	50	182	80	610	59
219	自動車用 멧트	274	0.1364	1.19	SBR(1815)		75N330	61	25clay	60	172	97	490	59
190	耐熱用 벨트카머	161	0.1672	1.14	SBR(1500)		45N326	36	—	5	165	93	460	62
191	heavy duty brake boot	220	0.1453	1.21	SBR(1502)		35N990	52	12clay	17.5	148	62	720	59
192	自動車用 라디에터	267	0.1091	1.14	SBR(1708)		90N660	29	—	70	139	86	510	51
217	창틀용 가스켓	229	0.1020	1.33	SBR(1815)		75N330	72	40laminar	80	123		280	70
220	自動車用 멧트	361	0.1026	1.29	SBR(1815)		75N330	61	90clay	80	57	77	410	52
195	창틀용 seal	430	0.0891	1.29	SBR(1805)		75N330	61	50whiting	75	95	67	430	62
221	브레이크 페달	510	0.0833	1.51	SBR(1821)		80N550	40	100whiting	80	72	73	300	72
228	말레리 카머	1250	0.0502	1.33	SBR(1712)					175	65		10	95
229	絶緣用線	453	0.0741	1.53	SBR(1503)		80N990	64	100atomite	65	49	40	470	82
225	Proof goobs	298	0.0947	1.55	SBR(1006)				20TiO <sub>2</sub> , 45Zeolox	15	45			64
223	shoe sole	348	0.1188	1.37	SBR(1506)				45whiting	75	30		240	68

Table IV Stress-strain values for representative HAF(N330), loaded compound of six volume rubbers with data for the corresponding gum stocks

고무種類 試驗項目 및 配合條件	SBR1500 (SBR)		Natural rubber (NR)		Hycar 1052 (NBR)		Neoprene RTW (CR)		Vistalon 6505 (EPDM)		Butyl 218 (IIR)	
	gum	black	gum	black	gum	black	gum	black	gum	black	gum	black
加黃條件 153°C에서 (min)	25	20	20	20	25	20	80	60	25	25	60	60
Stress-strain data at 25°C (kg/cm <sup>2</sup> )												
100% 모듈러스	7	19	7	27	5	15	8	67	8	23	5	21
200% 모듈러스	9	58	12	79	6	36	12	—	11	54	8	61
300% 모듈러스	12	119	18	149	8	74	16	—	15	95	11	102
400% 모듈러스	—	198	28	218	9	110	21	—	—	146	18	142
500% 모듈러스	—	232	48	—	11	153	32	—	—	—	—	—
600% 모듈러스	—	—	104	—	—	193	79	—	—	—	—	—
引張強度	13	241	198	278	14	197	90	190	16	157	22	175
伸張率 (%)	310	520	690	480	590	610	620	200	310	410	440	490
配合條件												
Philprene 1500 (SBR)	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
RSS # 1 (NR)	—	—	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—
Hycar 1052 (NBR)	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—	—	—
Neoprene WRT (CR)	—	—	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—
Vistalon 6505 (EPDM)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100	—	—
Butyl 218 (IIR)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100
Philblack N330 (HAF)	—	50	—	50	—	50	—	50	—	50	—	50
Philricht 5 (HA oil)	10	10	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Circo light oil(HAPH oil)	—	—	—	—	—	—	10	10	—	—	—	—
Flexon 580 (NAPH oil)	—	—	—	—	—	—	—	—	25	25	—	—
Cumar P-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dibutyl Sebecate	—	—	—	—	10	10	—	—	—	—	—	—
Neozone A	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
PBNA	—	—	—	—	1.5	1.5	—	—	—	—	—	—
Agerite Stalite S	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Stearic acid	2	2	3	3	1	1	0.5	0.5	1	1	1	1
Magnesium oxide	—	—	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
Zinc oxide	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
NA-22	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5	—	—	—	—
Methyl Tuads	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1
Thionex	0.15	0.15	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—
MBT	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5	—	0.5
Santocure	1.1	1.1	0.6	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—
Methyl zimate	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5
Sulfur	1.8	1.8	2.5	2.5	1.0	1.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.75	1.75
Cumar P-25	—	—	—	—	10	10	—	—	—	—	—	—

## Stress-Strain 測定値

Table II에서는 카아본 블랙으로 配合한 여러가지 고무에 對한 stress-strain 값에 對하여 나타내었으며 또한 고무 單獨으로 測定한 값과 比較하였다.

될 수 있는 限 加黃時間을 同一하게 하기 爲하여 配合하였지만 Fig. 13과 14에서와 같이 Butyl과 Neoprene은 oscillating disc rheometer에 다르게 나타나기도 하였다.

모듈러스는 힘의 變形에 對한 抵抗이라 할 수 있으며 靜的 모듈러스는 보통 stress-strain 試驗으로 얻을 수 있으며 試驗片의 速度는 1分間에 約 5cm 程度로 늘어나게 하였다.

힘은 單位面積으로 表現되며 動的 모듈러스는 試驗片에 應力變形에 따라 振動시키거나 固定된 荷重에서 測定할 수 있다.

硬도는 매우 적은 變形이 일어났을 때의 모듈러스를 測定한 것이라고 定義할 수 있다.

Table V에서는 21가지 고무試料에 對한 動的 및 300% 靜的 모듈러스와 硬도에 關하여 나타낸 것으로 Fig. 4에서와 같이 動的 모듈러스와 硬도가 相互 關聯되는 것을 알 수 있다. 또한 이 그림에서 알 수 있는 事實은 天然고무와 同一한 條件下에서의 SBR로 試驗해 보면 같은 값이 나타남을 볼 수 있다.

硬도와 모듈러스에 對한 基本要因은 使用된 充填劑에 영향이 있으며 充填劑의 構造나 어떤 特定한 카아본 블랙의 構造 또는 架橋度에 따라 큰 變化를 가져온다.

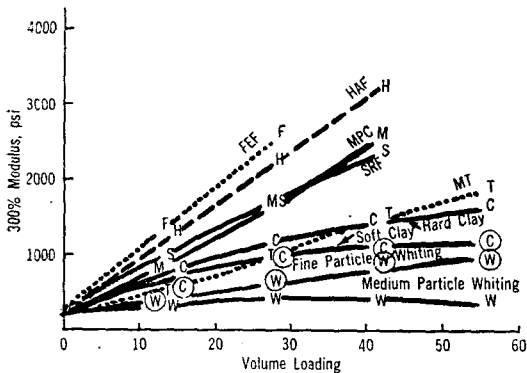


Fig. 5 300% modulus relations for various fillers. Comparable volume loadings in NR

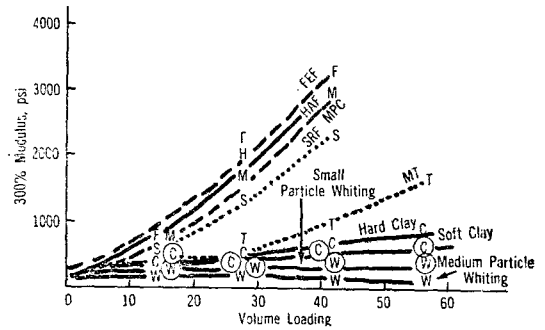


Fig. 6 300% modulus relations for various fillers, comparable volume loadings in SBR 1500.

Fig. 5와 6에서는 充填劑의 量에 따른 모듈러스의 變化에 對하여 仔細히 나타내었으며 이 그림으로부터 알 수 있는 事實은 適當한 充填劑의 選擇으로 모듈러스를 調節할 수 있음을 알 수 있다.

고무를 簡單히 定義하자면 “매우 彈性體이다”라는 것과 같이 低伸張에서는 좀처럼 파괴되지 않음을 알 수 있다.

## 耐摩耗性

고무 選擇의 또 한가지 事項은 耐摩耗性を 考慮하여야 한다.

Table VI은 여러가지 고무를 使用하여 Pico 摩耗試驗<sup>(9)</sup>에 對한 結果를 나타낸 것이다.

配合物은 이의 組成과 性質에 따라 매우 틀리므로 Fig. 7에서는 흔히 품질을 評價할 때 適用되는 引張強도와 Pico 耐摩耗에 關하여 나타내었다.

그러나 이와 같은 結果는 恒常一致하지 않는다. 왜냐하면 天然고무와 BR과의 混合物 또는 SER과 BR의 混合物은 Fig. 7로부터 豫測할 수 있는 값보다 Pico 耐摩耗성이 훨씬 높기 때문이다.

그러므로 폴리부타디엔고무는 耐摩耗성이 좋기 때문에 自動車用 타이어配合에 많이 使用되는 고무로 알려져 왔다.

예와 같이 트레드用 配合物과 高品質인 벨트用 카바고무는 다른 配合物보다 Pico 耐摩耗度가 優秀하다.

自動車用 타이어 트레드와 같은 경우에도 耐摩耗성이 매우 重要하며 이의 測定方法중 한가지가 cut growth

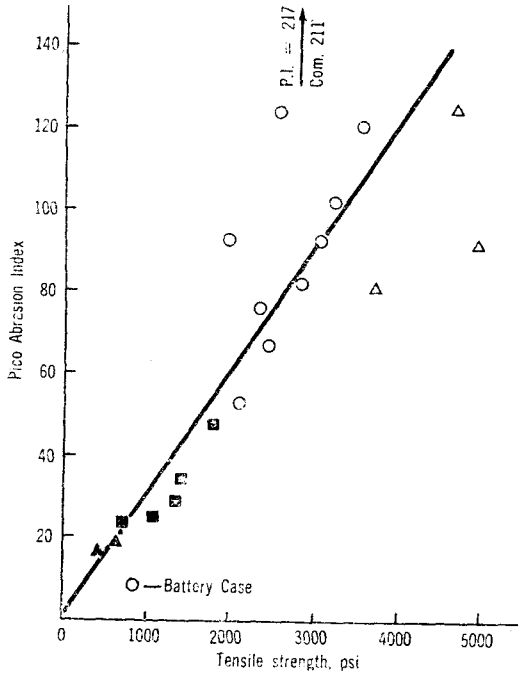


Fig. 7 Pico abrasion vs tensile strength (21 commercial compounds)

이며 이에 對한 試驗值도 Table VI (4)에 나타내었다.

耐피로에 對한 配合條件은 매우 까다로와 만약 配合途中 分散이 좋지 못하면 오히려 cut growth가 좋을 때도 있으므로 配合上 注意를 要한다.

Fig. 8은 여러가지 配合物에 對한 cut growth를 나타낸 것이다.

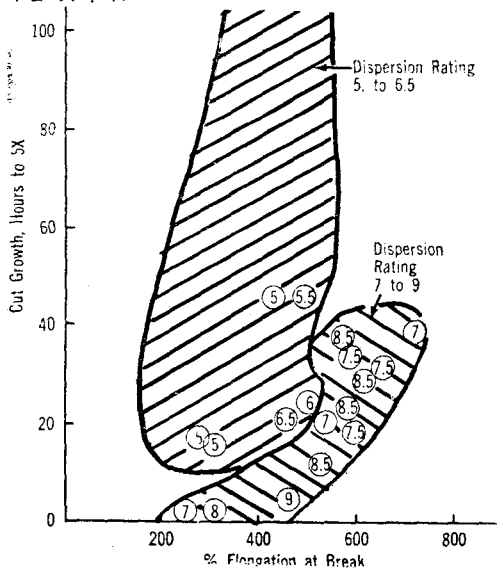


Fig. 8 Cut growth vs elongation (21 commercial compounds) Numbers are dispersion ratings according to the Stumpe dispersion method which rates samples from 1 (poorest) to 10 (best). See Rubber World 160, 63 (1969)

SBR에 있어서 屈曲性은 分散狀態와 加黃程度에 따라 影響을 많이 받으므로 分散이 나쁘면 配合過程에서 덩어리로 뭉치기 때문에 cut growth가 증가되며 部分的인 引裂이 생기기도 한다.

Cut growth가 나쁠 경우도 未加黃狀態에서 일어나며 加黃狀態 即 過加黃인 境遇 cut growth가 좋아지며 過加黃이 兪등히 높으면 오히려 低下를 가져다 준다.

이런 理由때문에 cut growth가 좋으면서도 高伸張率의 고무로 維持되어야 함은 마땅한 것이다.

다음번에 留意할 事項은 耐油性 고무를 選擇할 경우인데 이것은 매우 중요한 事項이다. 왜냐하면 耐油性 고무는 다른 고무와 比較하여 價格이 相當히 높기 때문이며 이에 關한 것은 Table I에서 찾아볼 수 있다.

耐油性 고무類들은 耐油性이 優秀하지만 一般的으로 低溫에서의 屈曲性이 좋지 못하며 고무工場에서 配合을 하여 製品化하면 흐름성과 金型에서의 作業은 滿足하게 할 수 있다.

다음번에 留意事項은 粘着問題인데 粘着(5)은 두개의 고무가 서로 붙는다고 定義를 지을 수 있으며 “달라 붙음”(stickiness)이란 고무와 異物質 即 로울러와의 붙는 것을 한말다. 그러므로 粘着이 심하면 作業에 支障을 이끈다.

Fig. 9에서는 21個의 粘着性 고무가 充填劑의 量이 增加할수록 粘着性이 감소됨을 볼 수 있으며 高무를 뜯게 하면 粘着도 낮아진다. 그러므로 粘着性을 좋게 하기 爲하여 소련이 必要하며 로울러作業과 配合作業도 粘着性에 影響을 준다.

粘着性和 “달라붙음”이 가끔 Fig. 10에서와 같이 함께 增加하지만 天然고무에서와 같이 반드시 相關되지는 않는다.

어떠한 目的에 利用되기 爲해서 耐發燃性 고무가 必

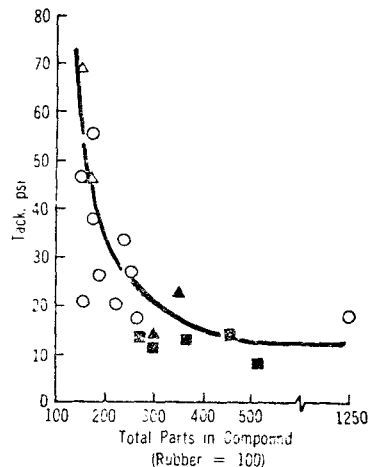


Fig. 9 Tack of 21 commercial compounds, Symbols are the same as in Figure 4.



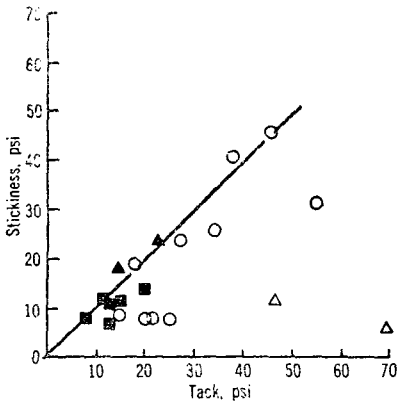


Fig. 10 Stickiness vs tack of 21 commercial compounds. Symbols are the same as in Figure 4.

떨어질 경우가 있는데 이 경우 고무에다 發燃物質을 넣지 않고 配合를 하면 어느 程度 效果를 얻을 수 있으며 耐發燃性 物質로는 할로겐化合物이 많이 쓰이며 산화 안티몬을 使用하면 耐發燃效果가 제일 좋다. 또한 아연 그리고 칼슘 보레이트 뿐만 아니고 燐을 포함한 添加劑도 耐發燃性에 좋은 性能을 發揮한다.

클로로프렌과 불소고무는 自體에 할로겐化合物이 포함되어 있으므로 耐發燃性 고무임이 當然하다.

우레탄고무에 있어서 燐과 할로젠을 포함한 添加物을 加해주면 어느 程度 發燃性을 防止할 수 있다.

그러나 다른 고무들은<sup>(6,7)</sup> 이와 같은 方法으로 使用하는 것은 좋지 못하다.

### Permanent Set (永久줄음率)

繼續的인 應力을 維持하는 곳에 應用하려면 永久줄음율이 매우 重要하다.

Creep 性, 應力緩化 그리고 set 이 이와 같은 條件의 基本要件이며 이 3가지 모두 다 應力을 낮추어 주면 永久줄음율이 나타난다.

히스테리시스는 彈性體의 基本的 特性으로써 고무나 폴리머를 變形시키면 變形에너지가 放出되면서 變形에너지 一部分이 回復되지만 部分的 에너지는 熱로 變하기 때문에 잃고 만다.

이와 같은 에너지 損失의 현상을 히스테리시스라 한다.

계속 反復되는 變形에서의 에너지 損失은 自動車用 타이어에서와 같은 製品에서 볼 수 있듯이 熱을 發生시

키는 要因이 된다.

이 性質은 폴리머 뿐만 아니라 充填劑의 量, 添加劑의 影響, 加黃劑 그리고 加黃狀態에 따라 支配된다.

이것은 使用上 靜的 特性보다 動的 特性에 影響을 미치기 때문에 이러한 點에 考慮를 하여야 하며 Table V는 21個의 고무에 對한 히스테리시스(tan  $\delta$ )에 對한 값을 나타내었다.

다음으로 重要的 것은 引裂強度로써 이 性質은 타이어 트레드나 다른 製品에서 볼 수 있는 것과 같이 갑자기 힘의 低下, 피로, cut growth가 되어 結局 잘라지거나 떨어져 나가는 現象으로 값이 싼 製品이나 non-black 配合物에서의 重要的 位置를 차지한다.

이와 같은 製品의 例를 들자면 고무장갑, 신발류, 自動車用 部品이 이에 屬하며 引裂強度를 向上시키고자 할 경우, 熱 및 老化에 依해 伸張率이 감소되어 結局 引裂強度가 적어지므로 좋은 伸張率의 彈性體를 만들어야 한다.

### 고무의 混合使用

오늘날의 配合는 거의 모두 다른 고무와 混合하여 使用되고 있는데 이와 같은 理由는 여러가지 目的으로 說明할 수 있다.

한가지 例로, 서로 混合하여 使用하면 한 고무에서 볼 수 없는 龜裂과 使用回數를 延長할 수 있다. 天然 고무나 SBR에 polybutadiene(PBD) 고무를 混合하여 使用하면 耐龜裂性이 向上되는 것이 特徵이다.

그러나 天然고무에 SBR을 混合하여도 위와 같은 結果를 가져다 주며 이밖에 다른 例<sup>(8)</sup>를 引用하면 다음과 같다. 混合된 彈性體는 어떤 경우 物理的 特性을 向上시킬 경우도 있지만 大體로 약간 低下되지만 單價를 낮출 目的으로 利用되고 있다.

少量의 PBD를 混合하여 使用하면 押出工程이나 金型作業等이 容易하여지며 天然고무를 다른 合成고무에 混合使用하면 合成고무에서 찾아 볼 수 없던 粘着性을 附與하기도 한다.

마지막으로 SBR을 Neoprene과 같은 加工性에 좋지 않는 길긴 고무와 混合하여 加工性을 向上되게 한다.

이와 같은 理由는 SBR을 加熱하면 SBR 중 스티렌이 녹아 粘度가 낮아져 마치 可塑劑 役割을 하기 때문에 加工性이 좋으며 차게 하면 다시 原狀態로 돌아온다.

### 加黃系

加黃體의 物理的 特性에 미치는 重要的 要素가 加黃系의 選擇이며 이와 같은 要素를 간추려보면 다음과

같이 적을 수 있다.

- 加黃에 影響을 주는 要因**
1. 고무의 種類
  2. 산화 아연의 等級과 脂肪酸의 量
  3. 使用形態
    - (a) 高溫度
    - (b) 低溫度
  4. 耐老化性이 要求되는 限界
  5. 加黃速度
  6. 스크오치의 調整
  7. 分散의 容易性 與否
  8. 有毒性 또는 皮膚와의 接觸으로 因한 피부염

要求되는 加黃速度, 加黃狀態 그리고 加黃體의 特性을 調節하기 爲하여 價格을 考慮하게 되는데 普通 配合士들이 고무의 選定은 大體의으로 잘 하지만 適正 加黃을 爲한 加黃劑에 對한 選擇은 그렇게 神經을 쓰 고 있지 않다.

加黃系에 따라 고무도 서로 다르게 反應하기 때문에 이에 맞는 고무를 擇하는 것이 重要하다. 다시 말하면 어떤 類는 黃으로 加黃한다던지 semi-EV 로 加黃한다던지 또는 無黃으로 加黃하기 때문이다. EV 加黃은 黃과 促進劑의 比率을 높게하여 加黃하며 sulfurless 加黃은 黃으로 直接 加黃하지 않고 TMTD 과 Morfax 를 利用하여 이 促進劑內的 monosulfide 가 고무와 架橋를 일으키는 것을 말한다.

TMTD 는 스크오치가 빨리 일어나며 Morfax 은 耐스

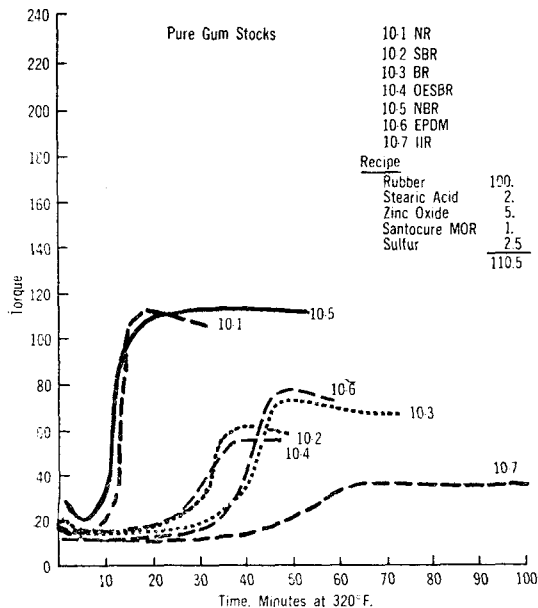


Fig. 11 Oscillating disc rheometer curves; various rubbers, identical cure system.

코오치가 좋지만 加黃速度가 늦어 TMTM 또는 MBT 와 같은 超促進劑와 함께 使用함이 適當하다.

산화아연의 添加量과 이들의 種類(表面處理된 것과 되지 않은 것, 粒子의 크기, 불란서법 또는 美國式으로 製造되었는지의 與否)에 따라 加黃工程에 影響을 미친다.

다음 Fig. 11 은 一定한 加黃劑를 使用한 各種 고무에 對한 스크오치 時間, 加黃速度, 加黃時間, 最大 torque 를 oscillating disc rheometer 를 使用하여 測定한 값을 나타내었으며 Fig. 12 는 같은 條件下에서 50 phr 의 HAF(N330)로 充塡配合한 후의 結果值이며 이 그림으로부터 알 수 있는 것은 카아본 블랙에 모듈러스와 torque 를 增加시킬 뿐만 아니라 加黃速度와 時間에 促進效果를 나타냄을 알 수 있다.

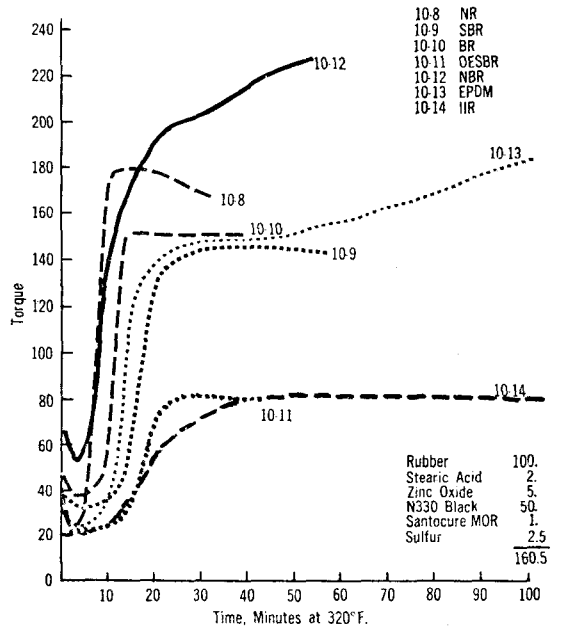


Fig. 12 Oscillating disc rheometer curves; various rubbers, identical cure system.

Fig. 13 과 14 는 Table IV 에 있는 고무配合物에 對한 고무와 카아본 블랙으로 配合된 加黃體의 加黃曲線으로써 最大 torque 의 %에 對하여 나타내었다.

脂肪酸은 一般의으로 適當量의 아연이 存在할 때에 reversion 을 낮게 또는 적당히 加黃하기 爲하여 加하는 添加劑로서 스테아르酸의 量은 고무 batch 와 加黃速度에 따라 量이 다르며 이에 關하여서는 天然고무를 使用하였을 때 특히 이의 效果를 알 수 있다.

요즈음 天然고무와 合成고무 모두 다 一定한 加黃特性을 얻을 수 있지만 그래도 스테아르 酸을 넣어 줌으로 말미암아 이의 均一性을 確固히 保障될 수 있다.

Table V Commercial compounds arranged according to dynamic modulus

Compound no.	Compound for. rubber article	Hysteresis* (Tan $\delta$ )	Dynamic modulus* ( $e' \times 10^{-7}$ (dynes/cm <sup>2</sup> ))	Hardness (Shore A) (degree)	300% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )
228	Battery case	값이 높아 測定不可		95	—
229	絶縁用	0.269	13.95	82	40
221	브레이크 페달	0.354	9.83	72	72
223	신발창	0.145	8.84	68	**
189	耐熱用 NR 벨트 카바	0.247	7.46	64	70
217	창털 가스켓	0.176	7.45	70	***
195	Door Seal	0.270	7.33	62	67
197	Heat & abrasion resistant Belt cover	0.176	7.15	65	113
224	Automobile bushing	0.051	7.05	68	138
206	Grade 2 Belting	0.197	6.69	64	105
220	自動車用 mat	0.228	6.67	62	76
194	브레이크 컵	0.109	6.59	66	95
190	耐熱용 벨트 카바	0.139	6.20	62	93
211	乘用車용 트레드	0.247	5.94	64	93
208	Custom mix tread	0.263	5.93	59	79
219	High quality automobile mat	0.158	5.25	59	97
188	Heavy duty truck tread	0.112	4.78	59	148
227	관계용 호오스 value gasket	0.176	4.77	57	67
191	Brake boot	0.134	4.44	59	62
192	自轉車用 타이어	0.062	3.28	51	86
225	Proof goods	시험 안했음		64	—

\* 70°C에서 10% 伸張시켜 Roeling machine 으로 測定

\*\* 絶斷時의 伸張率 240%, 引張强度 30 kg/cm<sup>2</sup>

\*\*\* 伸張率 280%, 引張强度 123 kg/cm<sup>2</sup>

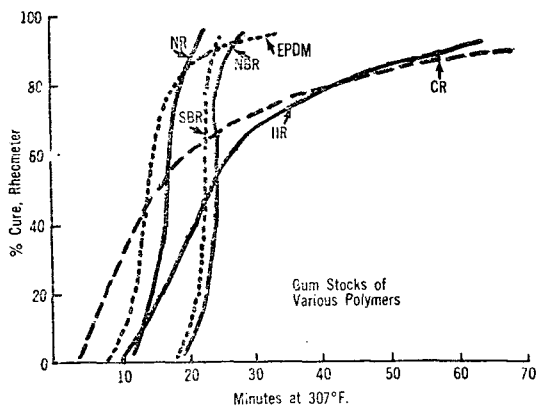


Fig.13 Degree of cure attained with so-called optimum cure systems.

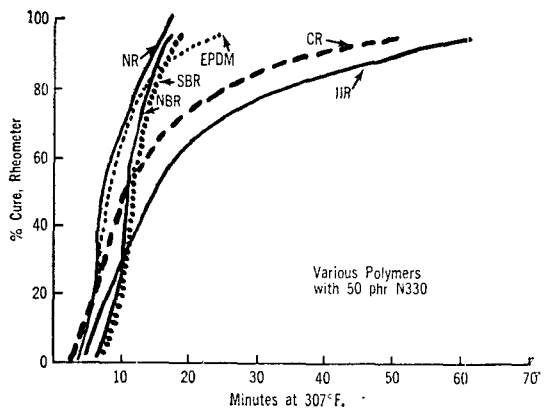


Fig.14 Degree of cure attained with so-called optimum cure systems.

Table VI Pico abrasion and cut growth resistance of commercial compounds

配合番號	配 合 用 途	配 合 量 (고무=100)	고 무	카이본 블랙	非黑色充劑劑	配合기름 樹脂의量	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	Pico 磨耗指數	Cut growth resistance (hours to 5X)
188	Heavy duty 用 트레드	163	NR	45 N 285	—	5	330	550	125	159
224	自動車用 bushing	150	NR	40 S 315	—	—	315	580	92	34
189	耐熱性 펠트 카머	164	NR	45 N 326	—	5	262	600	81	19
206	Grade 2 벨트	175	SBR(1606)	50 N 330	—	10	248	570	121	37
197	耐熱 및 耐磨耗用 벨트 카머	174	SBR(1502)	50 N 330	—	15	225	530	102	22
227	灌漑用 알브 가스켓	187	SBR(1608)	35 N 220	—	30	216	640	92	31
194	브레이크 컵	158	SBR(1503)	15 S 300	—	—	201	530	82	12
211	100 level 乘用車用 트레드	252	SBR(6778)	82.5 N 339	—	62.5	193	570	217	23
208	Custom mix tread	239	SBR(6779)	75 N 330	—	50	182	610	123	28
219	High quality automotive mat	274	SBR(1815)	75 N 330	25 clay	60	171	490	67	45
190	耐熱性 펠트 카머	161	SBR(1500)	45 N 326	—	5	164	460	76	21
191	Heavy duty Brake boot	220	SBR(1801)	20 N 330	—	—	—	—	—	—
192	自動車用 타이어	267	SBR(1502)	35 N 990	12 clay	17.5	148	720	54	38
217	窓틀 가스켓	229	SBR(1708)	90 N 660	—	70	139	510	93	24
220	自動車用 mat	361	SBR(1815)	75 N 330	40 Laminar	80	123	280	47	17
195	Garage, Door seal	430	SBR(1815)	75 N 330	90 clay	80	104	410	36	116
221	Brake pedal	510	SBR(1805)	75 N 330	100clay, 50whiting	75	95	430	28	45
228	Battery case	1250	SBR(1812)	15 N 660 80 N 550	120 clay 100 whiting	80	72	300	27	16
229	Drop wire, Insulation	453	SBR(1712)	—	900 carbofil 95 whitem #2	175	65	10	8	5
225	Proof goods	298	SBR(1503)	80 N 990	100 atomite	65	49	470	24	5
223	신발창	348	SBR(1006) SBR(1506)	— —	75whiting, 20TiO <sub>2</sub> 45 clay, 45 whiting	15 75	44 30	— 240	19 17	1.5 1

使用別로 보아 耐熱 및 老化試驗時의 保持性이 必要 하지만 加黃系의 選擇을 適切히 하면 高溫에서 견딜 수 있는 配合物을 만들 수 있다.

同一한 架橋度狀態에서의 加黃系는, 모듈러스와 같은 低溫이나 高溫에서의 特性에 影響을 크게 미치지 않지만 長期間<sup>(8)</sup> 高溫에서 使用할 때는 影響을 미친다.

加黃系의 選擇上 또 한가지 問題는 加黃速度를 參酌함이 重要한 事項으로써 이것은 Oscillating disc rheometer<sup>(9,10)</sup>와 같은 機器로 測定하여 求할 수 있는데 스크오치時間과 90% torque時間의 기술기가 바로 加黃速度이다.

이 그림으로부터 알 수 있는 것은 適正加黃과 適正加黃時間을 推定할 수 있으며 90% 最大 torque를 正(適正)加黃이라 한다.

(參考 2) oscillating disc rheometer는 torque를 測定하는 것으로써 時間에 對한 函數이며 未加黃고무에 對한 粘度이기도 하며 Mooney 粘度機와 같은 基本物性を 測定할 수 있다.

torque는 1分間 通過後 이의 變化가 나타나며 스크오치가 始作된다. torque가 增加하면 加黃이 始作되며 torque의 測定이 모듈러스와 對應하여지며 反轉(reversion)이란 最大 torque에서 감소되는 것을 말하며 이에 對한 그림은 Fig. 15에 나타나었다.

## 스코오치의 調節

配合作業中 또 한가지 問題는 스크오치의 調節이며 加黃시킬 때의 條件은 加黃前에 스크오치가 생기지 않고 進行되어야함은 勿論이다.

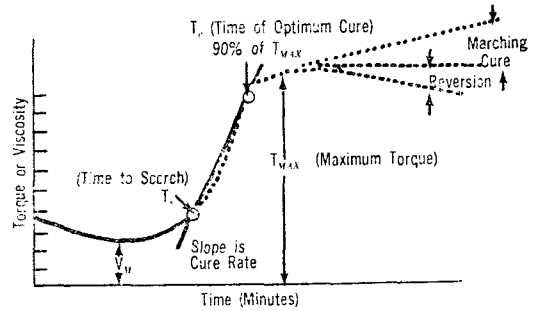


Fig.15 Oscillating disc rheometer curve.

다음 Table VII은 여러가지 促進劑가 스크오치에 미치는 影響을 나타내었으며 표와 같이 처음에는 化學名, 다음에는 商品名을 수록하였다.

이 表에 依하면 카이본 블랙이 스크오치現象을 促進시켜 주는 것을 알 수 있으며 또한 黃으로 加黃시키는

Table VII A comparison of Mooney scorch times at 250°F of gum and black stocks with various curing systems

accelerator	Gum	NR, 50phr HAF (min)
1. N, N-diisopropylbenzothiazole (DIBS)	63	21
2. 2,6-Dimethyl morpholine-benzothiazole-2-sulfenamide (Santocure 36)	60+	27
3. N-Oxydiethylene benzothiazole-2-sulfenamide (NOBS special)	60+	24
4. Blend of 90% NOBS special with 10% (MBTS) (NOBS No. 1)	60+	20
5. N-tert-butyl-2-benzothiazole-sulfenamide (Santocure NS)	60+	23
6. 2-Benzothiazyl-N,N-diethylthio-carbamyl sulfide (Ethylac)	26	15
7. N-Cyclohexyl-2-Benzothiazole-sulfenamide (Santocure)	60+	20
8. Benzothiazyl disulfide (altex)	73	12
9. 2-mercaptobenzothiazole (captax)	12	9
10. Tetramethylthiur ammonosulfide (monex)	25	12
11. Tetraethylthiuramdisulfide (Ethyl thiuram)	18	9
12. Zinc dibutyldithiocarbamate (Butyl Ziram)	5	4
13. Zinc dimethyldithiocarbamate (Methyl Ziram)	6	4
14. Butyraldehyde-aniline condensation product (Acc. 808)	19	5
15. Diphenylguanidine (DPG)	16	50
16. Tetramethylthiuramdisulfide (TMTD)	13	6

配合物에 이의 活動度를 增加시켜줌을 볼 수 있다.

Table VIII은 50phr의 카아본 블랙으로 充填된 配合物의 스코오치影響에 對하여 나타내었다.

이 表에 依하면 高構造의 카아본 블랙이 regulag 構造인 카아본 블랙보다 스코오치가 빠른데 이와 같은 理由는 高構造의 카아본 블랙으로 配合하면 粘度가 增加하기 때문이다.

이와 같은 結果때문에 配合上 溫度를 높여 주어야 하지만 分散은 오히려 向上된다.

Table XIII General scorchiness of sulfur cured stocks containing various types of carbon black

Type of Black	
Increasing Scorch Tendency	Thermal blacks
	Channel Blacks
	SRF blacks
	HMF Blacks
	FF blacks
	FEF blacks
	HAF blacks
	ISAF blacks
	SAF blacks

### 빠른 時間內的 加黃

促進劑를 併用하여 使用하면 Butyl과 EPDM 등이 다른 不飽和고무인 天然고무, BR 그리고 SBR 보다 加黃 時間을 短縮시킬 수 있다.

促進劑를 區分하자면, 量이 많은 것을(-)次 促進劑, 그 밖의 것을 2次 促進劑 또는 "kicker"라 부른다.

thiazole과 sulfenamide 類에 使用되는 2次 促進劑는 主로 thiuram 類와 dithiocarbamate 類가 通常 많이 利用되며, thiuram 類에 對한 2次 促進劑는 MBT가 使用된다.

DPG는 以上과 같은 3가지의 一次 促進劑 即 thiuram 類, thiazole 類 그리고 sulfenamide 類에 對한 2次 促進劑로 利用되고 있다.

一般의 2次 促進劑는 加黃速度와 스코오치성을 增加시키는 役割을 한다.

한가지 재미있는 事實은 Ethylac을 使用하면 스코오치<sup>(11)</sup> 變化는 없고 다만 加黃速度만 增加시킬 目的으로 使用되기도 한다.

以上과 같은 3가지 促進系를 利用하면 加黃作用時 架橋作用에 多黃으로 架橋치 않고 오직 黃分子 하나만이 架橋를 하기 때문에 要求되는 網狀構造나 加黃速度, 그리고 스코오치時間을 調節할 수 있으며 이때 使

用되는 고무는 天然고무, SBR 그리고 EPDM이며 特別히 EPDM에서 좋은 效果를 얻을 수 있다.

또한 促進劑는 配合時 分散性を 考慮하지 않으면 안되지만 促進劑 製造社에서는 이 點을 감안하여 分散이 잘 되게 製造하고 있다<sup>(12)</sup>. 만약 配合藥品中에 分散이 均一치 못하면 加黃途中 耐피로도나 다른 物理的 性質에 影響을 미치기 때문이다.

促進劑 選擇의 最終結定은 이들 化合物의 毒性問題로써 어떤 促進劑는 實際 毒性이 있어서 作業中 피부 質을 伊르키기도 하므로 이런 物質을 避하는 것은 當然하다.

### 카아본 블랙

고무와 加黃劑를 떠나서 또 한가지 重要한 課題는 카아본 블랙의 充填量과 이들의 性質이 고무에 미치는 影響을 알므로 말미암아 配合고무의 物理的 特性을 調整할 수 있다.

다시 되풀이 되지만 카아본 블랙은 補強性を 가지고 있으므로 價格을 낮추거나<sup>(13)</sup> 加黃速度를 調節할 수 있는 役割을 한다.

카아본 블랙의 選擇에 있어서 가장 簡單한 方法은 다음과 같다. 即 耐摩耗나 모듈러스와 같은 物理的 特性을 附與하는 가장 값싼 블랙을 使用하는 것이 妥當한 方法이지만 값싼 블랙이라 할지라도 重量當 單價보다는 오히려 카아본 블랙 表面積當 單價를 計算하는 方法이 效果의이다.

다음 2次的으로 考慮할 것은 카아본 블랙을 使用할 때 混用狀態나 押出作業, 칼렌더作業 그리고 其他 다른 性質等과 같이 配合作業上의 問題를 生覺하지 않을 수 없다.

지금까지는 一般의인 카아본 블랙의 選擇에 關하여 論하였지만 조금더 하나 하나 重要한 因子를 말 할것 같으면 카아본 블랙은 모든 고무에서 耐摩耗性を 附與하며 이런 것을 흔히 補強性이라 나타낸다.

왜 카아본 블랙이 耐摩耗性이나 다른 物性에 미치는 값싼 블랙 粒子的 크기 때문이다. 다시 말하자면 粒子的 크기가 작을수록 耐摩耗性이 增加된다는 事實이며 이와같은 解析은 다음 Fig. 16과 16A에 나타내었다.

Fig. 16로부터 알 수 있는 것은 95 miles/mil과 같은 值인 條件下에서 道路摩耗는 比表面積이 增加할수록 增加되지만 카아본 블랙의 構造에는 重要지 않음을 알 수 있지만 Fig. 16A와 같은 15 miles/mil과 같은 매우 值인 條件下에서는 耐摩耗性이 支配를 받는다는 것이다.

高 構造의 카아본 블랙은 모듈러스가 增加되며 耐摩

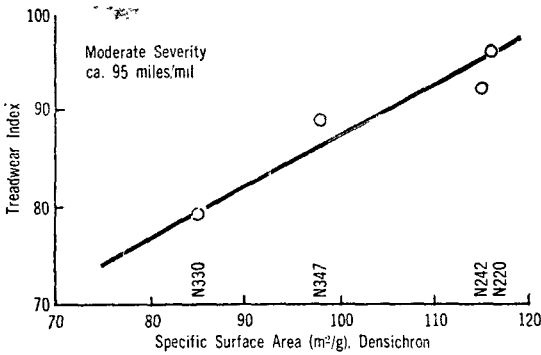


Fig.16 Tread wear as a function of carbon black Particle size.

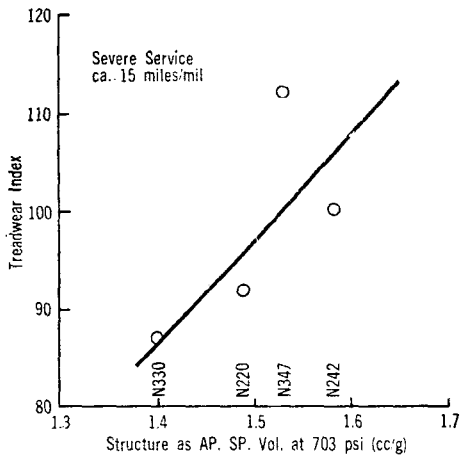


Fig.16A Tread wear as a function of carbon black structure.

耗性도 增加된다.

微細粒子的 카아본 블랙의 耐摩耗性を 높여주지만 큰 粒子的의 것과 比較하여 보면 配合時間이 더 길어 結局 비싸게 먹힌다. 例로 SRF를 分散할려면 힘들지만 合成고무 製造會社에서 미리 SRF로 masterbatch하는 工程이 있으므로 以上과 같은 分散에 支障을 주지 않고 作業할 수 있다.

微細粒子的의 카아본 블랙의 또 한가지 短點은 配合途中 熱을 發生하거나 스코오치가 생길 境遇도 있는데 이것은 특히 높은 速度와 高壓으로 混合할 때 더욱 심하다.

카아본 블랙이 高 構造일수록 고무에 미치는 性質과

配合工程의 特性은 다음과 같다.

- (1) 配合時間을 短縮시키며
- (2) 配合程度와 動力이 增加되며
- (3) 押出速度와 押出物의 表面이 向上되며
- (4) 收縮率이 줄어들며
- (5) 微細構造인 카아본 블랙일수록 트레드의 摩耗가 좋으며
- (6) 모듈러스와 硬度는 높아지고
- (7) 일정한 變形點에서 히스테리시스는 증가되지만 一定한 備重에서는 과형지 않다.
- (8) SBR이나 SBR/BR타이어 트레드의 龜裂에 감소된다.

### 測定 機器

粒子的의 크기나 粒子的의 比表面積은 先李에 依한 電子顯微鏡으로 測定하거나 適當한 吸着劑의 吸着作用으로 測定할 수 있다<sup>(14)</sup>.

어떤 配合土는 카아본 블랙 構造를 알기 위하여 고무와 混合하여<sup>(15)</sup> 이의 特性을 測定하는 경우가 있다.

한 例로 金型의 收縮이나 押出後의 收縮으로 因하여 이의 特性을 알 수 있지만 좀더 細密히 이의 構造를 測定하고자 할 때에는 24M4 DBP<sup>(16)</sup>의 吸着方法이나 Brabender Plasti-Corder로 測定할 수 있다.

나중에 論하겠지만 카아본 블랙에 關한 여러가지 問題가 있으나 특히 furnace形이 더욱더 影響을 많이 받는 것으로 만약 粒子가 작고 高 構造(HAF 및 FEF等)인 furnace形 블랙이 製造되지 못했으면 SBR이 오늘날 一般的인 合成고무로 使用되지 못하였을 것이다.

SBR은 원래 GR-S로 불리웠지만 이것은 매우 딱딱하고 nerve가 심하여 作業성이 매우 좋지 못하였다. 그러나 高構造인 FEF의 生産으로 말미아마 上記와 같은 諸問題를 解決할 수 있었다.

初期 自動車타이어 트레드용으로 SBR에 EPC를 使用하였지만 Groove에 심한 龜裂이 일어났다. 그러나 高構造인 HAF를 使用하므로써 이같은 短點을 줄일 수 있었다.

고무 配合物의 品質評價는 引張強度를 測定하여 判斷하거나 單位 고무量에 對한 카아본 블랙의 表面積으로 評價할 경우도 있다. 한 例로 Fig.1에 나타난 것과 마찬가지로 고무 100部에 對한 總配合物의 引張強度를 plott한 것으로 카아본 블랙의 表面이 알맞으면 그림에서와 같이 좁은 幅으로 떨어져지며 比表面積에 낮으며 주어진 고무에 對한 引張強度가 낮아짐을 볼 수 있다.

高分子 科學者들은 反應條件에 따라 여러가지 形態의 分子量分布인 彈性體를 合成하고 있으며 이와같은

여러 形態의 分子量分布인 彈性體로 各各 配合上的 特異性이나 未加共狀態에서도 이들의 固有한 特性을 나타내지만 充填劑등과 같은 藥品으로 配合하면 이들의 特性들이 많이 감소되어 서로 類似한 性質을 나타내는데 이와같은 現象은 카아본 블랙의 性能 여하에 달려 있다.

### 參考文獻

- (1) Rosato, D.V., "Injection molding of rubber," *Rubber World*, 166 #49, 45 (1972)
- (2) Beatty, J.R., *Rubber Chem. Technol.*, 37, 1341 (1964)
- (3) Newton, E.B., Grinter, H.W. and Sears, D.S., *Rubber Chem. Technol.*, 34, 1 (1961)
- (4) Beatty, J.R. and June, A.E., *Rubber Chem. Technol.*, 38, 719 (1965)
- (5) Beatty, J.R., *Rubber Chem. Technol.*, 42, 1040 (1969)
- (6) Lyons, J.W., *The Chemistry and uses of fire retardants*, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y. (1967)
- (7) Hindersinn, R.R., in *Encyclopedia of polymer science and technology*, 7, 1, Interscience-Wiley, New York, N.Y. (1967)
- (8) Studebaker, M.L., *Rubber Chem., Technol.*, 39, 1359 (1966)
- (9) Decker, G.E., Wise, R.W. and Guerry, D., *Rubber Chem Technol.*, 36, 451 (1963)
- (10) June, A.E., Karper, P.W. and Veith, A.G., *Rubber Chem. Technol.*, 37, 434 (1964)
- (11) Sharples Brand Ethylac as a delayed action activator, Bulletin S-130, Pennsalt Chemicals Corp., Philadelphia, Penna. (1957)
- (12) Sveriges Gummitetniska Forening Swedish Technical rubber association), Symposium on mixing technique with special emphasis on dispersion, May 28-29 1960
- (13) Studebaker, M.L., in *Reinforcement of elastomers*, Kraus G. (ed.), p.319, Interscience-Wiley, New York, N. Y. (1964)
- (14) Klyne, R.A., Simpson, B.D. and Studebaker, M. L., "A Comparison of methods for determining surface area of Carbon black," *Rubber Chem. Technol.*, 46, 192 (1973)
- (15) Studebaker, M.L., *Indian Rubber Bulletin*, #266, 4 Feb. (1971)
- (16) Dollinger, R.E., Kallenberger, R.H., and Studebaker, M.L., *Rubber Chem. Technol.*, 40, 1311 (1967)

debaker, M.L., *Rubber Chem. Technol.*, 40, 1311 (1967)

## 第 2 部 配合助劑, 非黑色充填劑 및 其他 藥品

### 紹 介

第一部에서는 各種고무의 特性, 加黃系의 性質 그리고 카아본 블랙에 對하여 論하였으며 2部에서는 配合助劑中の extender, 非黑色 充填劑, 樹脂, 遲延劑, 配合單價 그리고 混合에 關하여 말하고자 한다.

于先 다음 欄은 簡單하지만 基本的인 配合助劑와 extender oil의 役割에 對하여 간추려 놓았다.

### Processing aids and extender oils

1. 相 溶 性
2. 單 價
3. 效 能
4. 汚染關係
5. 低溫特性

一般的으로 고무炭化水素분이 많아지면 石油를 基礎로 한 기름이 많이 使用된다.

고무와 extender oil과의 相溶性이 配合上的 重要한 要因으로서 萬若 기름이 고무와의 相溶性이 좋지 못하면 고무表面에 bleeding이 일어나 物理的 特性이 나빠지며 表面이 딱딱해지거나 또는 코오드지나 金屬等과 같은 異物質과의 接着效果가 좋지 못한 結果를 招來한다.

相溶性이란 分子의 特性에 左右되는 것으로 이것은 고무의 solubility parameter (SP)와 配合助劑나 extender의 SP에 相互 關係되는 것으로서 SP가 서로 비슷하며는 相溶性의 效果는 相當히 좋음을 뜻한다.

다음 Table IX는 고무와 配合助劑들과의 相溶性에 對하여 나타내었으며 可塑化에 對한 影響은 高分子冊<sup>(17-19)</sup>에 仔細히 說明되어 있지만 여러가지 可塑劑와 極性基를 가지고 있는 고무들과의 相互作用은 可塑劑의 極性 與件에 따라 甚한 影響을 받는다.

이런 境遇 水素結合도 強하게 作用하기 때문에 可塑劑의 作用이 폴리아클릴로니트릴, 폴리스티렌 그밖의 여러가지 폴리아크릴레이트와 같은 플라스틱에 重要한 役割을 한다.

플라스틱類는 彈性體와 比較하여 보면 分子內의 힘이 強하기 때문에 可塑劑들이 一定한 溫度에 到達하면



이와같은 힘들을 누그러지게 하며 伸縮性を 附與하기도 한다.

이와같은 效果에 對한 文獻은 Deanin 이 잘 說明하여 주고 있다<sup>(17)</sup>.

이와 反對로 彈性體도 彈性體가 一般的으로 使用되는 溫度에서 分子內의 힘이 強하지가 않다.

스틸렌이나 아크릴로니트릴과 같은 單量體는 부타디엔과 共重合을 하여 고무와 같은 性質을 나타내며 이 共重合體도 單量體의 比率에 따라 中間的인 特性을 나타낸다. 이와같은 中間的인 性質을 水素結合과 極性들이 可塑劑들과 結合하여 이의 效果를 감소시키기 때문이다.

다음 重要한 事項은 價格面에 神經을 써야 하는데 低溫特性을 얻으려면 Petroleum oil 이 아닌 보다 비싼 可塑劑를 使用하므로써 얻을 수 있다.

다음 3 번째로 問題가 되는 것은 效果面인데 여기에 效果面이란 될 수 있는 限 적은 量의 기름을 使用하면서 配合이나 物性を 向上시키는 것이다.

그러나 지금까지 여러가지 配合기름의 效果에 對한 公式的인 研究報告書가 없어 確實히 알 수는 없지만 製造會社<sup>(18)</sup>의 報告書를 參照할 따름이다.

이 商業的 報告書에 依하면 低比重의 多量의 기름이 무게를 基準으로 配合할 때에 高比重의 것보다 上記와 같은 값을 얻을 수 있다고 하지만 配合單價를 考慮하여야 한다.

여하튼 少量(5 phr)의 配合기름을 油展性 黑色 masterbatch 에 加하여 混合하는 混合, 押出 그리고 칼렌더作業에 顯著한 效果를 나타낸다.

다음 4 번째 主要事項은 汚染問題로서 白色 sidewall 과 같은 部分에서 非汚染性 기름이 要求되기도 한다.

기름의 種類에 따라 汚染程度가 多様하지만 크게 分類할 것 같으면 파라핀系統과 에스테르系統이 非汚染性이며 나프텐系 기름은 若干 汚染性を 나타낸다.

마지막으로 主要한 事項은 低溫性으로써 이것은 金型物이나 diaphragm 等과 같은 工業部品에서 이의 特性 價値를 發揮하며 이 低溫特性은 기름이나 可塑劑의 影響으로 左右되는 重要한 因子이다.

그러므로 上記와 같은 性質이 要求되는 製品에는 使用되는 配合기름 또는 可塑劑의 選擇을 慎重히 하여야 함은 勿論이다.

萬若 配合기름이나 可塑劑의 녹는 點이 彈性體의 유리 전이점(Tg)보다 낮으면 上記 配合物로 配合된 고무의 低溫性이 向上된다<sup>(17)</sup>.

에스테르類의 可塑劑가 低溫特性을 向上시키기 爲한 目的으로 고무配合에 많이 利用되고 있는 것이 이런 理由 때문이다.

配合劑들은, 一般的으로 完全히 녹거나 部分的으

로 溶解하여 完全히 溶解되는 기름은 die swell 에 감소되지 않고 raw stock 에 부드럽게 해주는 役割을 하며 加黃體에서는 딱딱함을 감소시키지만 다른 物理的 特性에는 別 支障을 주지 않는 것이 特色이며 이에 對한 좋은 例는 Table IX 에 나타내었다.

**Table IX Compatibilities of some large volume elastomers with extending oils**

Elastomer	Highly Compotible oil
Vistanex	paraffinic oils
Butyl	paraffinic oils
EPDM	paraffinic oils
Natural rubber	aromatic oils*
SBR	aromatic oils*
cis-Polybutadiene	aromatic oils*
Neoprene	Highly aromatic oils or esters
Nitrile	Highly aromatic oils or esters

\* paraffine 系보다 naphthene 系가 主로 되어 있다.

**Table X Solubility parameters**

Elastomer	$\delta$ (cal/second) <sup>1/2</sup>
Natural rubber	8.15
Polybutadiene	8.38
SBR(25% styrene)	8.54
Nitrile rubber(25% acrylonitrile)	9.25
Neoprene	9.38
<b>Softner</b>	
paraffinic oil	ca. 7.5
Aromatic oil	ca. 8.0
Dihutyl phtholatc	8.9

이런 軟化劑는 押出作業後의 收縮을 감소시키기도 하며 또한 粘着이나 딱딱함을 감소시키기도 한다.

이와같은 物質은 製品이 뜨거울 때는 溶解하지마는 식으면 表面에 bleeding 되므로 境遇에 따라서 必要하거나 必要없을 때가 있다.

왁스類는 耐오존性を 向上시키기 爲하여 使用되는 좋은 본보기로써 이것이 表面으로 移行되어 耐오존性を 保護하는 皮膜作用을 하므로 靜的狀態에 利用되는 곳에는 매우 效果의이지만 動的인 用途에는 別 效果를 期待할 수 없다.

이와같은 差異 때문에 引張強度나 히스테리시스(heat build up 과 risilience)에 큰 影響을 나타낸다.

그러나 不幸하게도 大部分의 報告書들은 單獨으로 混合하였거나 뚜렷한 報告書가 없기 때문에 이들의 분

散狀態와 分散速度, 加黃速度 그리고 彈性體의 break down 등을 알기에는 不充分하지만 資料가 될 만한 것을 文獻<sup>(20)</sup>으로부터 얻을 수 있다.

여기에서는 引張強度와 押出作業後의 收縮과 히스테리시스에 對한 큰 差異에 對하여 나타내었다.

配合기름의 芳香성이 높을수록 라렉스와 配合기름이 만드는 油展 SBR 이나 Banbury 로 混合할 때에 이와 같은 物理的 特性이 높아진다.

몇몇 實驗結果에 依하면 여러가지 配合기름을 使用하여 試驗用로울러에 配合하면 引張強度의 差異가 크게 나타나지 않지만 카아본 블랙의 分散程度에 따라 引張強度의 差異가 나므로 分散을 좋게 할려면 높은 芳香성 기름을 使用하면 解決할 수 있다. 또 한가지 實驗에서 引張強度의 差異는 再 milling 으로 이의 差를 줄일 수 있었으며 物理的 特性을 基準으로한 配合기름의 影響은 配合過程에서 左右되지만 實際 配合할 때에는 흔히 無視되는 境遇가 많다.

實際적으로 凝集에너지와 密度 또는 solubility parameter 도 고무와 配合기름과의 相溶關係를 測定하므로써 알 수 있으며 만약 solubility parameter 가 相互類似하며는 서로 分離되지 않으며 可塑劑는 solvent 形으로 되며 만약 큰 差異가 생기는 것은 相溶性이 나쁘기 때문으로서 이 結果 bleeding 에 생긴다.

典型的인 solubility parameter 에 對한 값을 적어보면 다음 Table X 과 같다.

Vistanex (polyisobutylene)과 Butyl 고무에 對한 solubility parameter 는 正確히 알 수 없지만 各種 可塑劑와 作用하는 것으로 보아 이러한 고무들은 파라핀系 extender oil 의 solubility parameter 와 가까운 것으로 推測할 수 있다.

低級 分子量의 配合기름이 高級 分子量의 것보다 一般적으로 相溶性이 더 좋지만 金型作業이나 보다 높은 溫度에서 作業하면 揮發을 하는 傾向이 있다.

## 非 黑色 充填劑

非 黑色 充填劑는 크게 3가지로 區分할 수 있으며 이의 性質上 다음과 같이 補強性 및 非補強性으로 分離할 수 있다.

### (A) 補強性 充填劑

(1) Hi-Sil

(2) Silene D

### (B) 非 補強性 充填劑

(1) Calcium carbonate

(2) Titanium dioxide

### (C) Clay 類와 이와 關係되는 部類

Hi-Sil 이나 Silene D 와 같은 補強性 充填劑는 고무나

카아본 블랙으로 充填된 製品과는 다르게 配合하여야 한다.

이들은 乾燥한 狀態에서 保管하여야 하며 水分과의 接觸을 避하기 爲하여 配合할 때에 뜨거운 條件으로 維持하여야 하며 이들은 또한 매우 가볍고 슝털같이 폭신평신타므로 混合過程이 다른 것보다 느리며 이들이 酸性을 띠우고 있으므로 加黃作用에 遲延作用을 하므로 上記와 같은 點을 考慮하여 적당한 添加劑(아민類 또는 글리콜類)를 加하여 調整하여야 하며 Silene D 는 Hi-Sil 보다 遲延效果가 덜하다.

非 補強性 充填劑로서는 산화티탄니움과 粒子가 큰 重質 또는 沈降性 탄산 칼슘이 이에 屬하는데 흔히 使用되는 다른 充填劑보다 補強性이 全然 없는 充填劑이다.

산화 티탄니움은 白色이나 大靑顏料로 많이 使用되며 이의 效果는 매우 좋다.

clay 는 準 補強性 充填劑로써 耐摩耗와 모듈러스를 增加시키며 Hard clay 는 soft clay 보다 모듈러스가 더 높은 것이 特徵이다. 또한 이들은 押出作業을 순조롭게도 하며 특히 Hard clay 를 使用하면 이의 效果는 더욱 크며 다른 充填劑와 比較하여 單位 體積當 收縮率이 第一 적은 것이 特徵이다.

또한 이들은 粒子構造가 板狀이므로 耐空氣透過性에 매우 좋은 役割을 한다.

非黑色 充填劑에 對한 有效한 比較研究는 參考文獻(19)와 (21)에서 볼 수 있으며 各種 充填劑에 대한 모듈러스값은 本稿의 前章中 Fig.5 와 6에 나타났으며 이 두가지 그림은 參考文獻(21)로부터 그린 것이며 Fig. 2 와 3도 이와 類似하게 參考文獻(21)로부터 引張強度에 對하여 plot 한 것이다.

이 외에 다른 重要한 配合藥品을 紹介하자면 다음과 같다.

### (A) 樹脂類

(1) extending resins

(2) 粘着性 樹脂

(3) 加黃用 樹脂

### (B) 遲延劑

(1) 古典的인 것

(2) Cyclohexyl-n-thiophthalimide (PVI)

(3) 그 밖에 特殊目的用인 耐불꽃防止劑, 芳香劑, 着色劑 그리고 기름等.

## 樹脂類

樹脂<sup>(22)</sup>는 用途에 따라 softner 와 extender 로 區分되며 고무의 膨脹劑로는 分子량이 높은 것을 使用하며 이 외의 것은 配合기름과 같이 고무配合物을 柔軟하게

하여준다.

樹脂의 또 한가지 機能은 粘着性を 增加시켜 주는 것이지만 實際적으로 볼 때 粘着劑로서의 役割보다 딱딱하게 해준다는 表現이 더 妥當할 것이다. 왜냐하면 樹脂들이 앞의 定義에서 粘着性보다 딱딱하게 되기 때문이다.

소나무로부터 誘導된 몇몇 松脂들은 加黃作用에 오히려 遲延效果를 나타내며 加黃用 樹脂는 2가지 目的으로 使用되는 것으로 첫째 熱可塑性 性質을 더우는 것으로 配合工程에서 可塑劑나 軟化劑의 役割을 하며 두번째로 加黃作用에서 補強劑와 加黃劑의 役割을 하

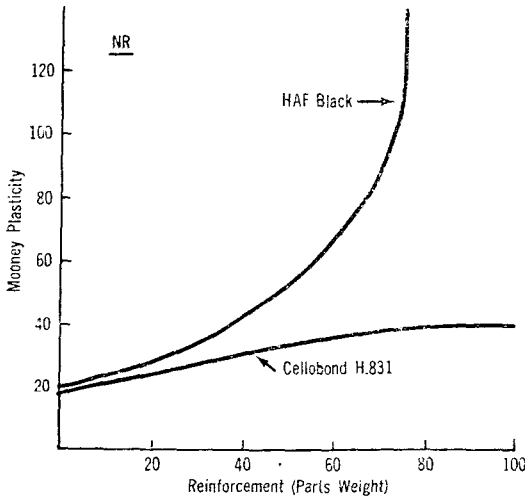


Fig.17 Effect of reinforcement on processing.

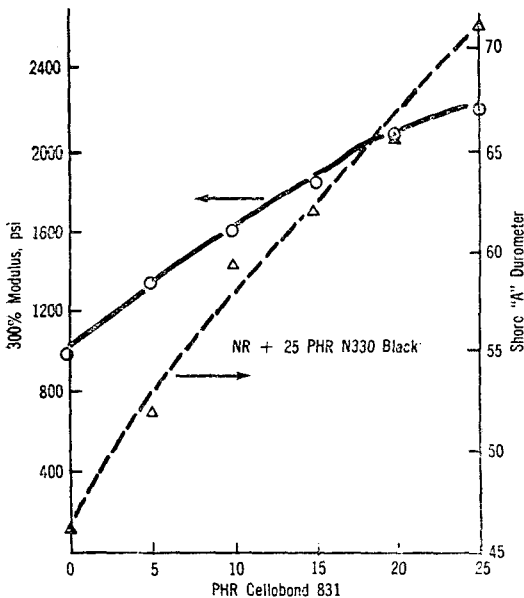


Fig.18 Reinforcing effect of resin

기도 한다.

Fig. 17은 무우니 站度<sup>(23)</sup>에 對한 HAF 量에 따라 加黃用 樹脂에 對한 影響을 나타냈으며 Fig.18은 加黃 고무의 硬度和 모듈러스에 對한 加黃用 樹脂에 對한 影響을 나타내었다.

경우에 따라 加黃用 樹脂는 充填劑나 다른 加黃劑도 必要없이 加黃劑 또는 樹强性を 目的으로 하는 用途에 使用되기도 한다.

이와같은 樹脂들은 共히 纖維나 스틸코오드에 對한 接着能을 促進시켜 주지만 이들에 對한 共通의 短點은 이와 함께 使用된 未加黃物에 스코오치를 이르게 한다.

### 遲延劑

遲延劑란 고무配合에 있어서 오랫동안 加黃作用이나 스코오지에 對하여 遲延作用을 하기 爲하여 使用되어 왔다.

1957年 Craig<sup>(24)</sup>는 이러한 遲延劑들이 加黃作用에 絶斷을 하는 것이라 하였는데 이것은 加黃溫度에 있어서가 아니라 配合溫度에서 架橋作用을 막는 데에 遲延한다고 하였다.

Juve 와 Shearer<sup>(25)</sup>는 上記 期間에서 遲延하지 않는다고 하였으며 Fig. 19는 무우니 粘度計로 遲延劑의 값을 나타내었다. 이들은 무우니 器에서 熱的인 遲延에 관한

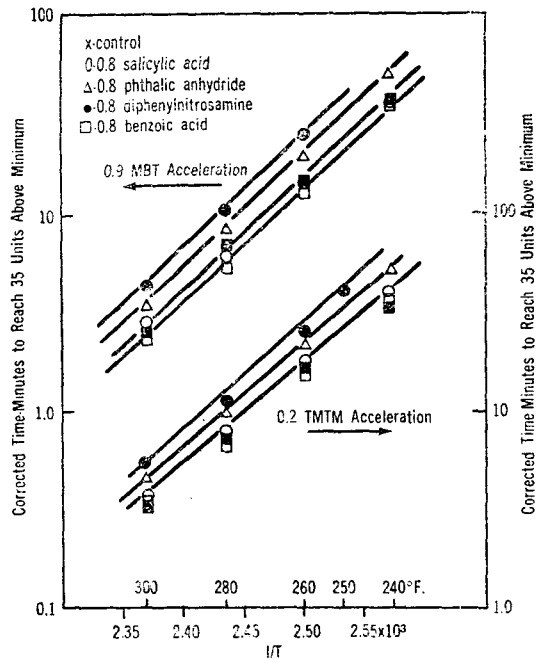


Fig.19 Retarders which retard both scorch and cure rate.

여 생각하였으며 무우니單位가 35 增加할 때 이에 對한 粘度를 測定하였으며 이 스코오치 期間을 Arrhenius의 相應溫度에 對하여 plot 해 보면 Fig. 22와 같이 直線상의 그림이 얻어진다.

이와같은 直線은 遲延劑가 스코오치와 加黃에 遲延한다는 것을 意味하는 것이다.

그러므로 在來的인 종래의 遲延劑를 스코오치性을 줄이기 爲하여 使用하며 바로 適正加黃時間에서 加黃速度나 加黃狀態에 오히려 阻害作用을 한다.

近年 PVI라 불리우는 Cyclohexyl-n-thiophthalimide<sup>(26)</sup>가 商品化되어 使用되는데 이것은 加黃速度를 낮추는 것이 아니라

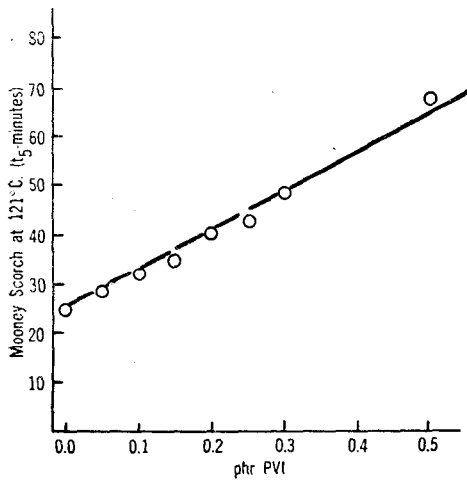


Fig. 20 Effect of PVI concentration on cure rate of natural rubber.

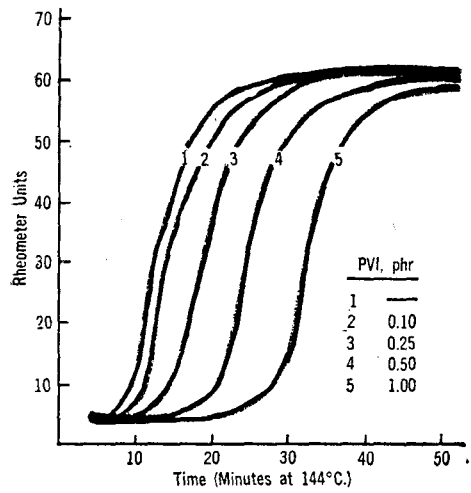


Fig. 21 Effect of PVI on Mooney scorch of natural rubber

加黃速度에 影響을 끼치지 않고 또한 스코오치도 적게 일어나 配合時間을 遲延해주는 참다운 遲延劑作用을 하는 것으로 모들러스도 別 支障을 주지 않는다.

Fig. 20은 少量의 PVI<sup>(27)</sup>를 加하여 이에 對한 스코오치의 감소 효과에 關하여 무우니 粘度計로 測定한 값을 나타내었으며 Fig. 21은 PTI量을 增量해 가면서 이의 효과에 對하여 나타난 것으로 PVI가 增量하여도 加黃速度에는 別 影響을 미치지 않고 다만 스코오치에 影響을 주는 것이라는 것을 알 수 있다.

### 配合單價

配合單價는 適當한 고무의 選擇, 카아본 블랙量과 配合기름의 調節 또는 非補強性 充填劑와 같은 값이싼 充填劑의 增量에 依해 單價를 낮출 수 있다.

카아본 블랙은 硬度를 높여주며 配合기름은 이와 反對로 硬度를 낮추어 준다. 이런 點으로 보아 카아본 블랙과 配合기름의 調節로써 硬度의 變化없이 一定하게 維持할 수 있다.

耐摩耗性은 油展고무와 카아본 블랙으로 配合된 것이 非油展고무로 使用하였을 때 보다는 낮지만 引張特性과 같은 다른 面에서 큰 變化를 준다.

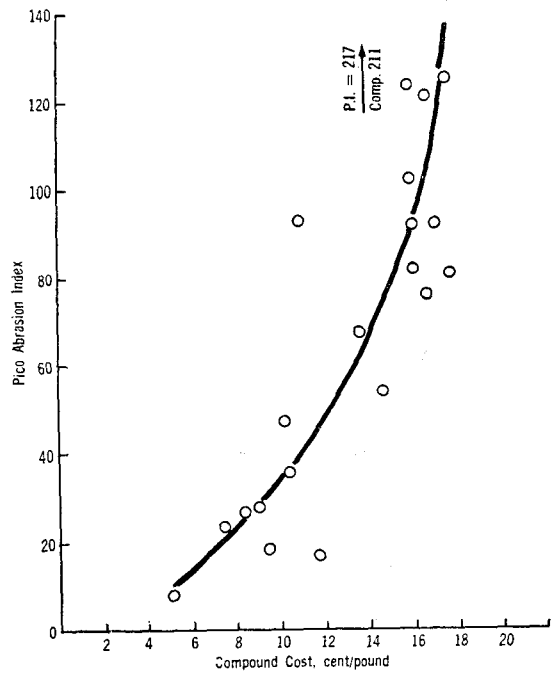


Fig. 22 Pico abrasion index versus compound cost (21 commerical compounds)

값싼 白色 充填劑가 價格의 低下目的으로 使用되며 이와함께 可塑性 配合기름을 充填劑의 特性과 充填量에 따라 適當히 加하여야 한다.

一般的으로 말하자면 充填量이 增加할수록 價格은 낮아진다.

Fig. 22, 23 그리고 24는 21個의 고무에 對한 總고무량과 耐摩耗, 引張強度 그리고 配合單價에 對하여 나타내었다.

몇가지 彈性體들은 기름과 카본 블랙 또는 다른 充填劑들과 度範圍하게 使用될 수 있으며 또한 生産되고 있다.

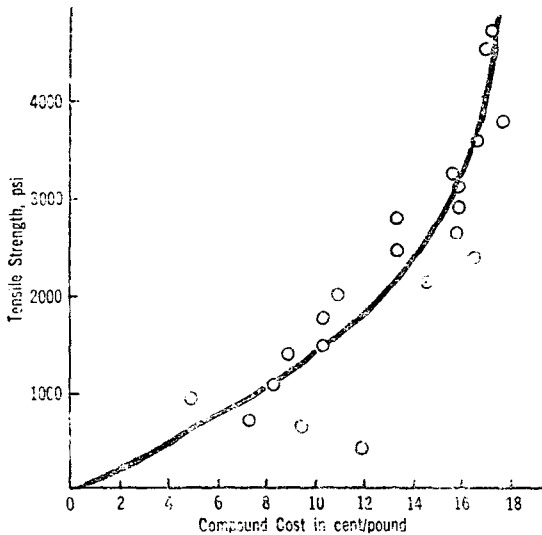


Fig.23 Tensile strength vs compound cost (21 commercial compounds)

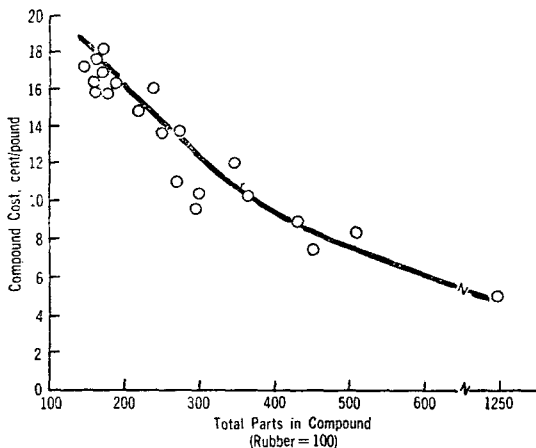


Fig.24 Compound cost vs total parts in the compound (21 commercial compounds)

한가지 例로 EPDM과 500部 以上の MT, SRF, FEF 또는 이들의 混合物과 製造된 排氣用 호오스가 商品化되었으며 10% 未滿인 彈性體가 使用된 庭園用 호오스가 값싸게 販賣되고 있다.

充填劑와 可塑劑의 量을 늘릴 것 같으면 고무는 마땅히 딱딱하지만 이것은 原狀態에서 볼 수 있으며 로울러作業等으로 서로 떨어짐이 없이 高伸張의 物性을 얻을 수 있으며 이러한 고무類에도 EPDM이 商品化되어 있다.

## 混 合

고무용 로울러는 少量에서부터 어느 정도 많은 量의 高무를 伸縮性있게 配合할 수 있다.

이의 機能은 internal mixer보다 混合過程이 늦지만 아직도 많은 고무들을 이 로울러에 依해 配合하고 있다.

一般的으로 로울러는 더운 溫度에서 剪斷應力으로 混合되는 internal mixer로부터 떨어지는 고무配合물을 식히기 爲하여 使用되기도 하며 貯藏된 製品은 粘度가 높기 때문에 押出, 칼렌더作業 그리고 金型作業에 容易하지 않기 때문에 粘度를 낮추어 作業을 容易하게 하기 爲하여 配合物의 溫度를 높이기도 하며 handling이나 blending 또는 充填劑의 分散을 시켜 시이트화하기도 한다.

로울러作業中 剪斷應力은 nip의 固定與件과 로울러의 回轉化에 따라 左右된다.

nip 固定(nip setting)이란 로울러間 통과될 때의 고무시이트 두께를 決定하며, 로울러의 回轉比란 앞로울러와 뒷로울러間의 相對速度이다.

여러 工場에서는 고무가 달라 붙는 것을 避하기 爲하여 Banbury와 같은 機器로 配合하고 있지만 混合을 잘 하고자 할 때는 로울러의 回轉比를 빠르게 하면 剪斷應力과 混合도 보다 向上되기 때문에 이러한 點을 解決할 수 있다.

Fig.25는 로울러를 가로질러 속도기울기를 나타낸 것이며, 로울러의 混合에 關한 參考文獻은 變변치 않으나 몇몇 資料가 있다(28, 29, 30).

Fig.26은 典型的인 internal mixer에 對한 圖表이며 이 機械는 多量의 高무를 한꺼번에 混合할 수 있는 것이 이의 長點이다. 이러한 internal mixer의 製造業體는 여러군데 있지만 이들의 原理는 모두가 單純한 構造로 되어 있다.

이것은 고무에 充填劑를 넣어 높은 剪斷應力으로 고무와 充填劑를 混合시켜 分散되게 하는 것이다.

連續的인 配合方法은 여러가지 利點이 있으며 이것은 Farrel corp에서 開發되어 市販되고 있다.

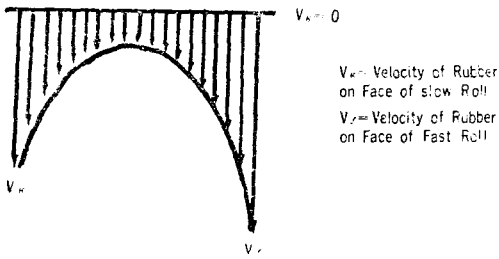


Fig.25 Velocity gradient across the nip of a roll mill.

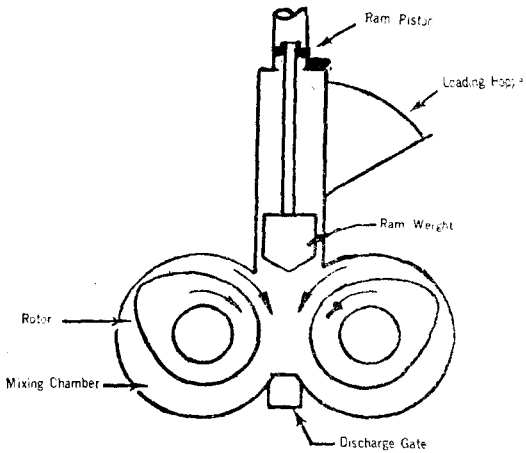


Fig.26 Cross section of internal mixer.

이들 長點의 몇가지 例를 列擧하면 칼렌더나 tube 機 또는 다른 連續作動에 製品을 連續的으로 均質하게 混合한 수 있다는 것이다.

## 要 約

至今까지 고무의 配合와 이의 組成에 對하여 나타왔으며 配合性분에 影響을 주는 因子, 即 고무類, 고무 混合物, 加黃劑의 選擇, 카아본 블랙의 種類, 配合助劑나 extender의 效果, 非黑色 充填劑, 樹脂 그리고 遲延劑 및 配合에 關係되는 事項을 論議하였다.

配合條件의 가장 重要한 것은 알맞은 고무의 選擇이

며 다음으로는 加黃劑 그리고 카아본 블랙의 順序로 되어 있다. 그 外의 것도 重要한 役割을 하지만 上記보다는 그렇게 核心的인 影響을 미치지 않는다.

## 參考文獻

- (17) Deanin, R.D., polymer structure, properties and applications, Cahners Books, Boston, Mass. (1972)
- (18) Kurtz, S.S., Jr., Sweely, J.S., and Stout, W.J., Plasticizers for rubber and related polymers, plasticizers Technology, Vol.1, Bruins, P.F. (ed.), Rheinhold Publishing Corp., NewYork, N.Y. (1965)
- (19) Barnhart, R.R., "Rubber Compounding," Encyclopedia of chemical technology, Vol.17, Second ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y. (1968)
- (20) Dunkel, W.L., Ford, F.P. and Mcatur, J.H., *Ind. eng. chem.*, 46, 578(1954)
- (21) Vanderbilt Rubber Handbook, Winspear, G.G. (ed.), pp.336, 356 (1968)
- (22) Pickup, B. "Plasticizers, Softners and Extenders," Rubber technology and manufacture, Blow, C.M. (ed.), p.201, C.R.C. press, Clelenland, Shio (1971)
- (23) Cellobond Rubber Reinforing resins, Technical Duanual No.11, Westerhum press, Ltd. (1961)
- (24) Craig, D., *Rubber chem. technol.*, 30, 1291 (1957)
- (25) Juve, A.E. and Shearer, R., *India Rubber world*, 117, 216 (1947)
- (26) Stewart, S.J., Leib, R.I. and Kerwood, J.E., *Rubber Age*, 102, #10, 56 (1970)
- (27) Leib, R.I. Sullivan, A.B. and Trivette, C.D., Jr., *Rubber Chem. Technol.*, 43, 1, 188 (1970)
- (28) Crowther, B.G. and Edmondson, H.M., "Processing Technology," Rubber technology and manufacture, Blow, C.M. (ed.), C.R.C. Press, Cleue land, Ohio (1971)
- (29) Scott, J. R., "Fundamentals of processing," The applied Science of rubber, Nauton, W.J.S. (ed.), Edward arnold, Ltd (1961)
- (30) Colm, H., *Rubber World*, 158, 67 (1968)