



고무 제품에 GPF 使用으로 原價節減

P.J. Friedmann & E.C. Mccaffrey*

協會 李 源 善 譯

1. 序 論

많은 고무 配合劑가 原料(石油)에 依存하는 것과 같이 Carbon black 은 市場需要에 따라 變化한다. 즉, 市場需要 및 어떤 特殊한 配合에 必要하기 때문에 새로운 種類의 Carbon black 이 生産되는 것이다.

現在 使用되고 있는 Carbon black과 또 고무 工業에서 어떠한 Carbon black을 選擇 使用할 것인가에 對하여 檢討하고자 한다. 즉, 우리가 GPF Carbon black으로 어떻게 配合單價를 引下시킬 수 있는가에 對하여 알아보고자 한다.

2. 市場 動向

Carbon black이 어떤 고무製品에 使用되는가를 살펴보면 全生産量의 約 65%가 타이어에 使用되고 있으며, 約 10%는 非타이어 部門인 自動車(自轉車包含)用 고무 部品工業에 使用되고 있다. 따라서 Carbon black 全生産量의 75%가 自動車(自轉車包含)用 고무工業에 使用되고 있다. 다음에 型製品, V-belts, Conveyor belts 등에 約 19%를 使用하고 있으므로 美國內 Carbon black 全生産量의 94%는 고무工業에 使用되고 있다. Carbon black 種類別 出荷比率를 보면(表 1) HAF가 42.2%로서 아직까지도 1位를 차지하고 있다. 또한 GPF, SRF, ISAF의 出荷量도 每年 增加되고 있는 點이 注目되고 있다. 그러나 Thermal black 은 1975年 以後 出荷量이 減少되어 1978년에는

美國 全出荷量의 2.9%밖에 되지 않았다

<表 1> 美國의 Carbon black 種類別 出荷現況

種類	年度		
	1975 (%)	1977 (%)	1978 (%)
HAF	45.8	44.4	42.2
GPF	20.5	21.7	22.7
FEF	11.8	11.6	11.5
SRF	9.0	10.8	11.1
ISAF	7.5	7.7	8.6
Thermal	4.4	3.1	2.9
SAF	1.0	0.7	1.0
	100.0	100.0	100.0

3. 配合고무의 加工性 및 物性에 미치는 Carbon black의 影響

Carbon black의 粒子的 크기 및 構造가 配合고무의 加工性 및 物性에 큰 影響을 미치고 있다. 配合고무의 加工性에 對한 Carbon black의 影響을 보면(表 2), Carbon black 構造가 High structure 일수록 押出收縮이 작기 때문에 High structure carbon black이 押出 및 壓延時 寸수 安定性이 良好하다. 또한 High structure carbon black을 配合한 押出製品은 製品表面이 平滑할뿐만 아니라 끝部分이 매끈하고 또한 押出도 빠리 된다.

配合고무의 物性에 對한 Carbon black의 影響을 보면(表 3) Carbon black 粒子的 크기가 작을수록 引張強度, 硬度가 올라가고 耐磨耗性도 向上되며 補強力도 커진다.

* Cabot Corp., Carbon black div., Boston, Massachusetts

<表 2> 配合고무 加工性에 對한 Carbon black의 影響

Carbon black 特性	粒子的 크기가 작아지고 表面積이 커진다. (沃素價 및 Tint strength가 커진다)	High structure 및 Aggregate 크기가 커진다. (DBPA 吸着量이 많아지고 Bulk density가 작아진다)
加工性		
Carbon black의 負荷能力	작아진다	작아진다
混合 時間	길어진다	길어진다
Mooney viscosity	올라간다	올라간다
치수安定性 (green)	별영향 없다	좋아진다
押出收縮	별영향 없다	작아진다

<表 3> 配合고무 物性에 對한 Carbon black의 影響

Carbon black 特性	粒子的 크기가 작아지고 表面積이 커진다. (沃素價 및 Tint strength가 커진다)	High structure 및 Aggregate 크기가 커진다. (DBPA 吸着量이 많아지고 Bulk density가 커진다)
配合고무 特性		
引張強度	올라간다	一定하지 않다
Modulus	별영향 없다	올라간다
伸張率	별영향 없다	떨어진다
硬 度	올라간다	올라간다
彈 性	커진다	별영향 없다
耐 磨 耗 性	向上된다	一定하지 않다

4. GPF Carbon black 으로 配合 單價를 引下

Cabot 社에서는 GPF의 Low structure인 Sterling® VL, N642를 새로 開發하였다. 이 새로 開發된 N642는 Carbon black의 負荷能力和 補強性, 加工性이 SRF와 同一하다. 또한 이 N642 Carbon black은 N774, N762 Carbon black과 同量으로 代置變更하여 使用할 수가 있다. N762, N774, N642, N660 Carbon black을 ASTM의 天然고무 基本配合으로 比較評價한 試驗結果를 보면 다음 表 4 와 같다.

다음에는 N762, N774, N642, N660 등 4 種類

<表 4> ASTM-天然고무 基本配合 (50PHR Carbon black 配合)

Carbon black	N762	N774	N642	N660
加工性 및 物性				
加工性				
Mooney Viscosity (MS ₁₊₄ at 121°C)	25	25	25	26
Mooney Scorch Time (MS at 121°C T ₁₀)	11.0	11.5	11.0	11.0
配合고무物性 (145°C×30分)				
引張強度(kg/cm ²)	256	255	269	250
300% modulus(kg/cm ²)	112	124	120	134
伸張率(%)	530	530	530	490
硬度(Shore A-2)	58	60	58	61

의 Carbon black을 ASTM의 SBR 基本配合試驗으로 比較評價試驗을 하였다(表 5). 이 表에서 알 수 있는 것과 같이 N642와 N762를 比較하여 보면 押出收縮은 거의 同一하며 配合고무의 物性を 보면 N762와 比較하여 N642가 引張強度가 조금 높고 伸張率은 SRF 基本配合과 거의 같다.

<表 5> ASTM-SBR 基本配合 (80PHR Carbon black 配合)

Carbon black	N762	N774	N642	N660
加工性 및 物性				
加工性				
Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	83	85	85	101
Mooney Scorch Time (MS at 135°C T ₁₀)	19.0	16.5	18.3	18.5
Extrusion Shrinkage IRL#4 (%)	95.0	88.0	93.0	76.0
配合고무物性 (145°C×50分)				
引張強度(kg/cm ²)	224	230	242	225
300% modulus(kg/cm ²)	198	198	211	224
伸張率(%)	400	420	390	300
硬度(Shore A-2)	70	71	71	75

세 번째로는 N762, N774, N642 Carbon black을 Neoprene 고무 配合에서 比較評價한 試驗結果를 表 6에, 또 Nitril 고무 配合에서 比較試驗한 結果를 表 7에 각각 表示하였다. 結果를 보면 N762나 N774 Carbon black을 N642로 代置하여 도 좋은 結果를 얻을 수 있다.

<表 6> Neoprene 고무配合에서 N762, N774를 N642로 同量代置

Carbon black	N762	N774	N642
加工性 및 物性			
加 工 性 Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	73	81	77
Mooney Scorch Time (MS 121°C T ₁₀)	4.9	5.2	5.1
配合 고무의 物性 (160°C×10分)			
引張強度(kg/cm ²)	165	169	167
200% modulus(kg/cm ²)	143	151	149
伸張率(%)	225	220	220
硬度(Shore A-2)	71	72	71
영구압축줄음율(%) (compression set(%)) 22hrs. at 100°C 160°C×25分加黃	21.9	21.8	22.0

[配合表] Neoprene W : 100 MgO : 4 Stearic Acid : 0.5 PE Wax : 2.0 Antioxidant : 2.0 Sundex 790 : 25 Carbon black : 100 DETU : 0.5 DOTG : 1.0 Monex : 1.0 Sulfur : 0.5 ZnO : 5.0

<表 7> Nitrile 고무配合에서 N774, N762를 N642로 同量代置

Carbon black	N762	N774	N642
加工性 및 物性			
加 工 性 Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	54	58	57
Mooney Scorch Time (MS 121°C T ₁₀)	8.9	8.5	8.6
配合 고무의 物性 (160°C×20分)			
引張強度(kg/cm ²)	146	146	146
200% modulus(kg/cm ²)	101	108	100
伸張率(%)	310	290	300
硬度(Shore A-2)	67	68	67
영구압축줄음율(%) (compression set(%)) 22hrs. at 100°C 160°C×25分加黃	10.9	10.2	10.2

[配合表] Nitril : 100 Carbon black : 100 DOP : 30 ZnO : 5.0 Stearic Acid : 1.0 Antioxidant : 2.0 PE Wax : 3.0 MBTS : 2.0 TMTD : 1.0 Sulfur : 0.5

<表 8> EPDM 고무配合에서 N762, N774를 N642로 代置配合

Carbon black	N762	N774	N642	N762	N774	N642	N762	N774	N642
配合量*	150	150	150	200	200	200	250	250	250
加工性 및 物性									
加 工 性 Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	33	37	35	46	55	54	77	95	94
Mooney Scorch Time (MS at 121°C T ₁₀)	14.0	14.0	13.2	11.3	10.7	9.6	6.4	5.7	5.3
配合고무의 物性(160°C×20分)									
引張強度(kg/cm ²)	134	128	144	123	128	131	129	129	143
200% modulus (kg/cm ²)	49	57	56	89	95	89	122	129	135
伸張率(%)	550	490	530	350	330	350	210	200	220
硬度(Shore A-2)	65	67	67	75	72	72	78	80	77
영구압축줄음율(%) (compression set (%)) 22hrs. at 100°C 160°C×30分加黃	37.0	34.7	38.1	37.2	34.5	37.7	36.1	32.8	33.8

[配合表] EPDM : 100 *Carbon black : 變量
Sunpar 2280 : 100 ZnO : 5.0
Stearic Acid : 1.0 Monex : 1.5
Captax : 1.0 Sulfar : 1.5

N762, N774, N642 Carbon black을 EPDM 고무에 150PHR, 200PHR, 250PHR로 配合하여 比較試驗한 結果를 表 8에 表示하였다. N642가 引張強度가 높고 N774는 N642로 代置할 수가 있다. 만일 配合고무의 粘度 때문에 Carbon black

과 Oil 配合量を 많이 하여 配合를 調整하여야 될 경우에도 N642를 使用하여야 되는데, N762로 代置하는 것은 바람직한 일이 아니다.

N762, N774, N642 Carbon black을 Butyl 고무 配合에서 比較試驗한 結果는 表 9와 같다.

이 結果에서도 알 수 있는 것과 같이 SRF를 N642로 代置하여도 좋은 結果를 얻을 수 있다. N642와 SRF를 比較하면 引張強度, 引裂強度가

<表 9> Butyl 고무 配合에 N762, N774를 N642로 同量代置

Carbon black	N762	N774	N642
加工性 및 物性			
加工性			
Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	42	42	39
Mooney Scorch Time (MS at 121°C T ₁₀)	17.1	17.1	17.1
配合 고무의 物性 (177°C×10分)			
引張強度(kg/cm ²)	114	110	121
300% modulus(kg/cm ²)	42	44	41
伸張率(%)	600	600	640
硬度(Shore A-2)	50	50	49
영구압축율(%) (compression set(%)) 22hrs at 100°C 177°C×20分加黃	58.1	58.4	60.9
引裂強度(kg/cm) Die C type 室温	32	31	31

[配合表] Butyl : 100 Carbon black : 70
 Faxam oil : 25.0 ZnO : 3.0
 Stearic Acid : 1.0 TMTD : 1.2
 MBTS : 0.6 Sulfur : 2.0

거의 同一하거나 아니면 N642가 조금 良好하다. 여러 種類의 고무 配合에서 N990, N550, N774 代身に 價格이 저렴한 N650으로 代置使用함으로써 많은 利益을 얻을 수 있다. GPF가 N774보다 0.3 cent/lb, N550보다 0.7 cent/lb, Thermal black 보다 8 cent/lb 저렴하다는 것을 알아야 한다.

SRF 代身に N642를 同量 代置할 수 있다고는 하지만 N650을 使用하여 配合량을 調整할 必要가 있다. N650 Carbon black의 研究를 通하여 同一한 硬度的 配合고무를 얻기 爲한 換算(Conversion) 因子를 使用할 수 있다. 硬度換算因子를 附錄 1에 表示하였다.

Thermal black의 製造를 값비싼 天然 gas에 依存하고 있으므로 工場을 閉鎖하는 경우도 있다. 現在 MT black의 價格은 製造原價와 거의 같으며 消費量도 현저히 減少되고 있다. Clay, Whiting, Oil을 配合하는 特殊配合을 除外하고는 Thermal black은 Oil furnace black으로 代置使用되어 왔다. N650, N762 Carbon black을 MT black으로 代置하였을 때 比較試驗한 結果는 表 10과 같다. MT black으로 代置時 whiting은 配合하지 않고

<表 10> Nitrile Hose Cover 고무 配合에서 N990을 廉價인 N650으로 代置配合

Carbon black 種類	N990	N762	N762	N650
Carbon black 配合量(PHR)	120	60	100	60
Whiting 配合量(PHR)	—	60	—	40
DOP 配合量(PHR)	15	15	30	25
加工性				
Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 100°C)	52	52	42	48
Mooney Scorch Time (MS at 121°C T ₁₀)	17.2	17.1	16.0	16.5
Extrusion Shrinkage (%)	48.9	42.3	35.0	33.8
配合고무의 物性(171°C)				
引張強度(kg/cm ²)	106	116	117	120
伸張率(%)	600	530	460	480
硬度(Shore A-2)	66	66	66	67
영구압축율(%) 22hrs 100°C, 171°C×15分加黃	25.9	24.1	20.9	20.6
% Volume Swell in ASTM#3 oil 70hrs. 100°C 171°C×10分加黃	10.7	14.6	5.3	8.8
Difference in Lb. Volume cost. %	PAR	-7.9	-5.9	-6.3

[配合表] NBR : 70.0 PVC : 30.0 Stearic Acid : 1.0 Antioxidant : 2.0 PE Wax : 3.0
 MBTS : 2.0 TMTD : 1.0
 Sulfur : 0.5

<表 11> EPDM 고무 配合에서 N550을 廉價인 N650으로 代置配合

Carbon black 種類	N550	N65
加工性 및 配合고무 物性		
加工性		
Mooney Viscosity (ML ₁₊₄ at 121°C)	53	51
Mooney Scorch Time (ML at 121°C T ₁₀)	13.6	13.5
配合 고무의 物性 (162°C×20分)		
引張強度(kg/cm ²)	141	142
100% modulus (kg/cm ²)	44	46
伸張率(%)	280	290
硬度(Shore A-2)	72	72

[配合表] EPDM : 100 Carbon black : 120
 Naphthenic oil : 70 ZnO : 5.0
 Stearic Acid : 1.0 ZDBDC : 2.0
 TMTD : 0.75 MBTS : 1.0
 Sulfur : 1.75

可塑劑란 配合하였다. 이 때 N762, N650은 原價節減이 되므로 配合고무 物性도 되어야 한다.

N650보다 0.7 cent/lb 高價인 N550 代身에 N650을 使用하였을 경우의 例를 表 11에 나타내었다. 즉, 同量으로 代置함으로써 거의 同一한 硬度和 引張強度를 얻을 수 있다. EPDM 고무에는 120 PHR의 Carbon black과 70 PHR의 Oil을 配合하였다.

끝으로 Neoprene 고무 配合에 있어서 N762 代身에 N650을 使用한 例를 表 12에 表示하였다.

5. 結 論

위에서 Carbon black의 市場動向과 고무에 Carbon black을 配合함으로써 配合고무의 加工性 및 物性에 對한 影響을 살펴보았다. 또 많은 고무에 對하여 어떠한 種類의 Carbon black을 택하여 使用하는 것이 가장 좋은지 그 選擇條件에 對하여도 檢討하였다(附錄 2 參照).

또한 Sterling VL, N642를 紹介하였다. N762,

[附錄 1]

同一 硬 度 換 算 因 子

代置 Carbon black		아래 Carbon black를 다른 Carbon black으로 代置할 경우 硬 度換算因 子					
Carbon black 種類	ASTM No.	MT	SRF	GPF	GPF-HS or FEF	HAF	HAF-HS
MT-FF	N990		1.50	1.65	1.85	2.25	2.40
SRF	N762/N774	0.65		1.10	1.22	1.50	1.60
GPF	N660	0.60	0.90		1.10	1.35	1.45
GPF-HS/FEF	N650/N550	0.54	0.81	0.90		1.22	1.32
HAF	N330/N351	0.44	0.67	0.74	0.81		1.10
HAF-HS	N339	0.41	0.62	0.68	0.75	0.92	

例 : MT carbon black을 SRF carbon black (N762/N774)으로 代置하여 同一한 硬 度를 얻으려고 할 때, SRF의 配合量은 MT carbon black 配合量×0.65로 計算할 수 있다.

[附錄 2]

各種 고무에서 同一한 硬 度를 얻기 위한 Carbon black 種類別 配合量

Carbon black 種類 및 特性		配合고무의 硬 度를 10度上昇시키는 데 必要한 carbon black의 配合量(고무種類別)							
carbon black 種類	ASTM No.	N ₂ SA	DBP	NR	SBR	IIR	CR	NBR	EPDM
MT-FF	N990	8	34	42	51	38	35	48	68
SRF	N762/774	26/27	63/70	28	34	25	22	32	45
GPF	N660	35	91	25	31	23	21	29	41
GPF-HS/FEF	N650/N550	36/42	122/120	23	28	21	18	26	38
HAF	N330/N351	80/70	103/121	19	23	17	15	21	30
HAF-HS	N339	90	124	17	21	16	14	20	28

(Elastomerics, April 1980)

<表 12> Neoprene 押出配合고무에서 N762를 N650으로 代置配合

Carbon black 種類	N762	N650
Carbon black 配合量(PHR)	70	65
Aromatic oil 配合量(PHR)	10	15
加 工 性		
Mooney Viscosity	32	35
Mooney Scorch Time T ₁₀	[8.1	8.5
配合고무의 物性(160°C×20分)		
引張強度(kg/cm ²)	90	89
伸張率(%)	19	18
硬 度(Shore A-2)	56	58

[配合表] Neoprene W : 75 SBR : 25

MgO : 3.0 PE Wax : 4.0

Stearic Acid : 1.0 Antioxidant : 1.0

Naphthenic Oil : 22 Whiting : 60

ZnO : 5.0 DMETU : 1.0 Sulfur : 0.5

N774를 N642로 同量 代置試驗한 結果도 例로서 表示하였다. 結論적으로 MT, FEF, SRF Carbon black은 GPF-HS Carbon black으로 代置使用함으로써 經濟的인 利益을 얻을 수 있다는 것이다.