

# 最適 SBR-BR 트레드配合

BY CLIFF McCORMICK, JESSE R. WEST, AND

KEITH L. HALE (美 Continental Carbon Co., Houston. Texas)

韓國 타 이 어 製 造 株 式 會 社

技術開發部開發課長

金 輝 中

## 1. 序 論

고무配合劑로 사용하는 카본 블랙(이하 카본)에는 여러 가지 種類가 있는데 각 카본이 갖는 특성을 最大한 살리면서 同時에 配合單價가 最低가 되도록 特定 카본을 選擇하자면 어떻게 해야 할까? 특히 補強性이 높은 高構造 카본의 經濟的 利用方法은 어떤 것일까? 하는 것은 今 日의 고무配合術技者가 尙상 염두에 두고 있는 問題이다. 기존 配合表上의 카본을 最近의 高級, 즉 高構造의 高補強性 카본으로 直接 同量 代置하는 고무 配合技術者는 별로 없을 것이다.

本 報文에서는 SBR-BR(트레드) 配合에 最適의 카본과 그 配合量을 決定하는 方法을 例示하여 이와 같은 問題解決의 한 方法을 提示하고자 한다. 물론 이 方法은 카카스나 其他 配合表作成에도 應用할 수 있다.

于先 카본과 配合 오일의 配合量을 體系的으로 변경시킴에 따라 일어나는 고무 物性上의 變化를 測定한다. 이와 같은 一連의 實驗으로부터 各種의 카본이 고무 物性에 미치는 카본量과 配合오일量 相互間의 規則性을 찾아내고 이와 같은 “規則性 있는 相互量”을 카본의 黑色도와 Compressed DBP油 흡착량과 “關連” 지어본다. 카본 및 配合오일의 配合最適量은 上記 “關連”과 그 카본의 黑色도 및 Compressed DBP油 흡착량으로부터 계산할 수 있고, 同一方法으로 他種의 카본 配合時 單價를 計算, 카본 種類間의 相對

的 經濟性을 檢討한다. 나아가서 트레드의 磨耗 壽命, 即 주행 거리당 單價를 算出, 檢討해 봄으로써 配合 담당자가 構想하고 있는 物性에 적합한 最低單價의 配合表를 作成한다.

## 2. 試 驗

### ▶ 카본 블랙의 分析方法

本試驗에서 카본의 物性을 下記方法으로 分析하였다.

요오드 흡착량 : ASTM D-1510-70

N<sub>2</sub> 흡착량 : ASTM D-3037-73 (Ni-Count-1 Apparatus)

黑色度 : ASTM D-3265-73 (Densichron)

DBP油 흡착량 : ASTM D-2414-72

Compressed DBP油 흡착량 : ASTM D-2414 (잠정적 方法)

포(pour) 밀도 : ASTM D-1513-60

### ▶ 고무物性 試驗方法

젓은 表面上에서의 미끄럼 指數 : 英國製 후대용 skid tester로 skid No 52인 (tester 製造社提供) 表面이 거칠은 標準 샘플上에서 試驗用 샘플이 미끄러지는 정도를 測定하였으며 試驗할 때마다 他 샘플과 比較하기 위한 基準(試片)은 Control Black 60 PHR, 配合오일 31.25 PHR 配合고무를 使用, 이 基準試片이 上記 標準 샘플上에서 미끄러지는 정도를 100으로 하고 他試片의 미끄러지는 정도를 퍼센트(%)로 표기하였음.

發熱量 : ASTM D-623-67 (Firestone Flexometer, 荷重 250 lbs, 직폭 0.3 in)

永久壓歪 : ASTM D-623-67 方法 A (Goodrich Flexometer)

抗張試驗 : ASTM D-412-68.

硬度 : ASTM D-2240-68

押出時 Die Swell : ASTM D-2230-73 方法 B, 원주형 Die 使用

$$\text{Swell \%} = \frac{\text{押出物の 直徑} - \text{Die 直徑}}{\text{Die 直徑}}$$

무니 粘度 : ASTM D-1646-72 (ML<sub>1+4</sub> 100°C)

트레드 고무의 磨耗指數 : 原來의 트레드 고무를 벗겨낸 Bias ply 타이어 케이스에 입혀 加硫시켰다. 이때 트레드는 8部分으로, 7部分은 試驗用 트레드 고무, 1部分은 基準 트레드 配合고무였고, 7,200마일 주행後 그루-브 깊이를 측정, 基準 트레드를 100으로 한 相對的 磨耗指數로 他 試驗用配合 고무의 磨耗指數를 表記하였다.

▶ 트레드 고무配合

레오미터에서 평탄 加硫曲線을 나타내는 加硫劑 시스템이었으므로 末加硫나 過加硫가 上記 磨耗指數에 影響을 미치리라고는 생각하지 않는다. 表 1은 트레드 配合表이다.

<表 1> 트레드 配合表

	PHR
SBR-1,500	50.00
SBR-1710	34.40
BR (CB-441)	34.40
Flexone 3C	1.50
Zinc Oxide	3.00
Wingstay 100	0.50
Stearic Acid	1.50
NOBS Special	1.25
MBTS	0.10
DPG	0.50
Sulfur	1.80
Carbon Black	65.00
Petroflux Lv Oil	12.50

(再生式으로 트레드를 입혀 302°F에서 60分間 加硫하였음)

▶ 基準 카본 블랙

트레드 磨耗指數 및 加硫고무의 物性試驗時 比較基準으로 使用한 카본은 Continex 220 (ISAF-HM)였고 이 카본의 物性は 表 2에 나타낸 바와 같다.

<表 2> 本試驗에서 使用한 카본 9種의 特性

카본種類 區分	ISAF (基準카본)	N110	N220	N339	N351	N332 (×1341)	N375	N356 (×1303)	N234	×1512
요 오 드 價	116.3	162.5	123.1	89.4	62.5	87.3	91.3	93.1	113.8	70.0
N <sub>2</sub> 흡착량 단위 중 량당 단면적 (m <sup>2</sup> /g)	117.2	165.7	131.0	102.1	79.8	100.4	108.3	103.9	125.7	86.0
IRB No 3에 대한 黑色度 (%)	110.8	121	114	106.0	94	115.3	114.2	104.7	123.0	96.0
DBP 흡착량 cc/100g	115.2	115.7	114.3	124.8	118.5	99.8	113.2	148.7	123.8	162.0
Compressed (24M4)										
DBP 흡착량 cc/100g	100.1	107.2	102.4	103.2	100.9	90.6	97.7	121.8	104.6	118.0
포(pour) 밀도 lb/ft <sup>3</sup>	21.6	24.0	22.7	21.9	23.0	24.0	21.5	20.4	19.5	18.0
kg/M <sup>3</sup>	346	384	364	351	368	384	344	327	312	288

▶ 磨耗條件의 가혹도

本社에서 지금까지 實車試驗한 結果에 依하면 磨耗試驗條件의 가혹도가 적절히 配合된 各種

트레드間의 相對的 磨耗指數를 변경시킬만한 要因이 되지는 않았지만 基準 카본을 配合한 트레드가 50~60마일/(mil inch)의 速度로 磨耗되는 實車 條件下에서 本試驗을 行하였다.

### 3. 試驗結果 및 그 利用方法

本試驗에 使用한 9種의 카본과 그 特性을 表 2에 열거하였다. 카본 및 配合 오일의 配合量은 總 16水準이다. 이와 同一한 水準의 配合에 對한 研究報告는 이미 2件이 있으며 그 첫 보고는 1973年 체코의 수도 프라그에서 열린 國際 고무會議 때 本社(Continental Carbon Co.)의 K. R. Dahmen과 N.N. McRee가 表發한 “타이어 磨耗에 미치는 카본의 特性과 카본 配合量이 磨耗指數에 주는 영향”이고, 두번째 報告는 1975年 5月 美오하이오州 Cleveland에서 열린 美化學會 고무 分科會議에서 역시 本社의 K. L. Hale

氏가 表發한 “카본 블랙 種類가 타이어 마모 및 미끄럼 指數에 미치는 영향”이다.

트레드 고무의 Shore A 硬度가 75를 넘지 않으면서 配合오일의 配合量이 最大인 配合中 耐磨耗 相對指數가 最高인 配合의 오일 및 카본의 配合量을 表 3에 表記하였다. 配合 오일량을 最大가 되도록 한 것은 配合單價를 最低로 하고 젖은 道路表面에서 耐 미끄럼指數가 最大가 되도록 하기 위한 두 가지 理由 때문이다. 따라서 表 3에 記한 두 配合劑의 配合量은 트레드 고무의 配合單價가 最低이고 同時에 硬度가 75以下인 두 條件을 만족시키면서 耐磨耗 및 미끄럼 指數를 同時에 最大로 한 것이다.

그림 2에서는 그림 1에서 求한 카본 配合量

<表 3>

오 일 과 카 본 량

種 類	오 일 량	카 본 량	고 무 량	Shore A° 硬 度	트 레 드 마 모 指 數	미 끄 럼 指 數	Firestone 發 熱 (°F)
N110	33	66	100	68	112	102	295
N220	35	70	100	68	105	96	275
N339	44	75	100	66	99	102	265
N351	53	82	100	64	89	108	265
N332(×1341)	23	70	100	72	102	104	295
N375	30	70	100	70	103	105	280
N356(×1303)	60	76	100	59	104	103	295
N234	30	65	100	69	113	98	300
X1512	70	81	100	58	95	106	285

과 既知의 Compressed DBP油 흡착량으로부터 適正配合 오일량을 算出할 수 있다.

그림 1 및 2로부터 얻어진 카본 및 오일의 配合量으로 이루어진 트레드配合 고무가 갖는 各種物性を 그림 3~11에 나타냈다.

最適物性を 갖는 모든 配合 고무가 모두 同一水準의 硬度일 수는 없다. 本報文中에서 얻는 最適配合의 硬度는 58~72의 범위內에 있다. 한가지 附言할 것은 지금까지 記述된 最適配合를 求하는 方法에는 타이어 性能上 큰 問題인 고무의 發熱을 最低로 해야 한다는 點이 고려되지 않는 短點이 있다. 고무 發熱을 最低로 하기 위해서는 表 4에서 볼 수 있는 바와 같이 配合 오일 및 카본의 配合量을 보다 낮게 해주어야 한다. 發熱을 極小化하면서 耐 마모성을 極大化하기 위해서는 그림 12 및 그림 13을 利用 두 配合劑의 配合量을 求하면 된다. 이 또한 硬度를 75以下로 하였다.

카본의 黑色度 및 Compressed DBP 油 흡착량과 고무物性 사이의 關係를 지금까지 보아온 “카본 配合量—고무物性間의 現象的 側面”이 아닌 다른 觀點에서 檢討해 보기로 한다.

一定 應力下에서 고무 試片이 받는 變形의 크기는 그 고무 試片의 斷面積에 反比例하고 이 變形은 그 고무 試片의 斷面積中 카본 충전제가 차지하는 面積比率과 關係가 있다. 加硫고무에 일정 強度를 附與하자면 上記 카본 충전제가 차지하는 面積比를 一定水準으로 유지해야 하며 이는 카본 種類에 따라 그 單位重量이 미치는 斷面積比가 變하기 때문에 어느 카본을 使用할 때 그 카본 斷面積이 上記水準의 고무 強度를 유지하기 위한 比率이 되도록 해당 카본의 配合重量이나 配合容積을 조절해야 한다. 一定量의 카본이 차지하는 配合 고무內에서의 斷面積比는 그 黑色도와 關係가 있다. 配合오일의 適正配合量과 Compressed DBP 油 흡착량과의 關

係는 다음과 같다. 카본의 構造는 두個의 構造, 즉 강한 應力에 依해서도 파괴되기 때문에 고무와 混合工程中에 거의 파괴되는 “一時的 構造”와 상당한 外壓에도 견디는 “永久的 構造”로 이루어져 있다. DBP油 흡착량은 上記 “두 構造의

合”에 對한 尺度이고 Compressed DBP 油 흡착량은 “永久的 構造”에 對한 尺度로 고무 配合時 카본에 의해서 吸着되는 配合油의 量은 後者와 관계가 있다.

&lt;表 4&gt;

오 일 과 카 본 량

種 類	오 일 량	카 본 량	고 무 량	Shore A° 硬 度	트 레 드 磨 耗 指 數	미 끄 림 指 數	Firestone 發 熱 (°F)
N110	8	45	100	58	112	90	240
N220	5	48	100	72	105	83	250
N339	10	53	100	72	99	98	260
N351	13	59	100	73	89	96	260
N332(×1341)	0	48	100	72	102	92	220
N375	0	49	100	73	103	97	240
N356(×1303)	35	54	100	62	104	96	240
N234	3	43	100	69	113	91	230
X1512	34	58	100	56	95	98	240

#### 4. 結 論

各 카본이 갖는 特性을 最大로 利用하기 위해서는 各各 그 카본에 꼭 맞는 配合表를 作成해야 하나 特定 카본에 꼭 맞는 配合表를 作成하는 完전 무결한 方法은 아직도 알려져 있지 않다. 本報文에 提示된 方法은 카본 및 오일량이 一定한 同一配合에서 카본 種類만 변경시켜 서로 다른 種類의 카본을 評價하는 전통적 方法을 代置할 수 있는 매우 좋은 方法이다.

硬度는 히스테리시스에 依한 고무 發熱과 트레드 磨耗指數를 最適化시키는 問題의 해결에 部分的으로만 도움이 되기 때문에 同一한 硬度를 갖도록한 配合으로 카본을 評價하는 方法보다는 本方法이 우수하다.

Compressed DBP油 흡착량과 黑色度を 근거로 오일 및 카본의 配合量을 決定한다면 카본의 補強性을 最大로 利用할 수 있다. 트레드 耐磨耗性을 極大化하는 範圍內에서 오일配合量을 最大로 하면 最小配合單價를 얻을 수 있다. 우연이긴 하나 이는 耐미끄럼性도 最適시키는 條件이 된다. 왜냐하면 耐미끄럼性은 오일과 카본이 많으면 많을수록 증가되기 때문이다.

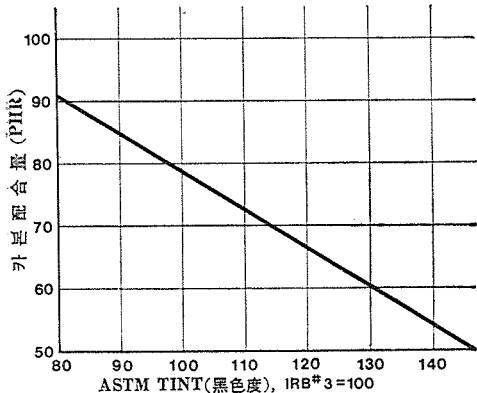
그러나 發熱을 最小化하자면 配合單價가 높게 되는데 이는 耐磨耗性을 同一水準으로 유지시킬 수 있는 여러 카본, 오일 配合中 最低單價 配合에 使用되어지는 카본 및 오일의 配合量보다 적은 量의 카본 및 오일을 配合해야 하기 때문이다.

또한 本報文에 圖表化한 데이터를 活用하면 오일-카본 配合量의 불균형 選擇에서 야기될 수도 있는 粘度 分散 및 配合劑의 混合等 加工時 問題點을 事前에 防止할 수 있고, 너무 적은 量의 카본과 너무 많은 量의 오일을 配合하였기 때문에 일어날 수도 있는 路面에서의 諸性能을 발휘 못하는 品質이 좋지 않는 타이어의 製造를 막을 수 있다.

本圖表들을 作成할 때 오일과 카본 配合量을 任意로 한 것이 아니고, 各 카본의 黑色도와 Compressed DBP油 흡착량을 근거로 하여 算出하였다.

끝으로 카카스나 기타 他 配合고무의 配合表를 作成하는 데도 各各의 目的에 적합한 物性值를 設定하여 그 設定物性에 맞도록 本方法을 변형 적용한다면 카본 및 오일의 量을 合理的으로 決定하는 유용한 수단이 될 것이다.

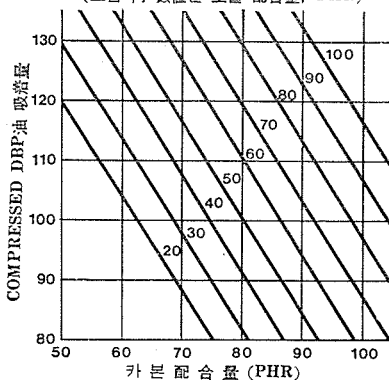
耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合



[그림 1] 耐마모 指數 및 耐미끄럼 指數가 最大이면서 單價가 最小인 配合을 위한 카본의 黑色度와 卡본의 配合量의 關係

耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合

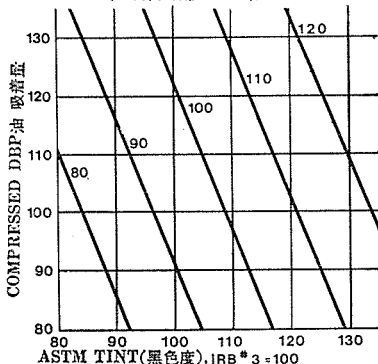
(그림 내 數値는 오일 配合量, PHR)



[그림 2] 耐摩耗指數 및 耐미끄럼 指數가 最大이면서 單價가 最小인 配合을 目的으로 할 때 既知의 卡본量과 Compressed DBP油 吸着量으로부터 오일량을 算出하기 위한 그림

耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合

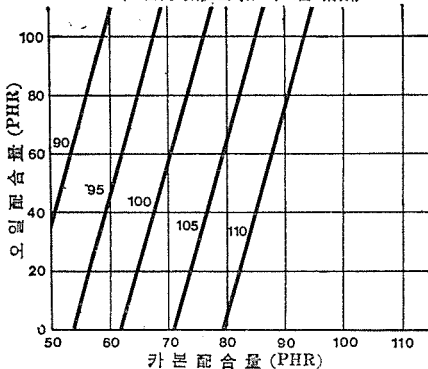
(그림 내 數値는 耐摩耗指數)



[그림 3] 그림 1 및 2로부터 求한 最適卡본·오일 量 配合고무의 耐摩耗指數를 그 卡본의 黑色度 및 Compressed DBP油 吸着量의 函數로 나타냄

耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合

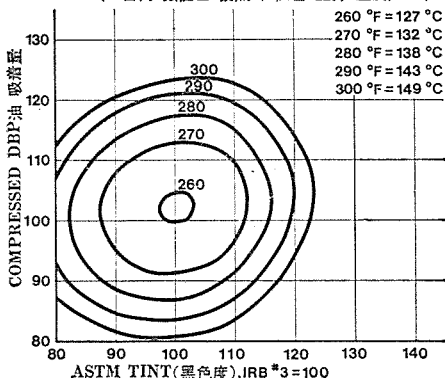
(그림 내 數値는 耐미끄럼 指數)



[그림 4] 그림 1 및 2로부터 求한 卡본·오일 最適量 配合고무의 耐미끄럼 指數를 卡본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄

耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合

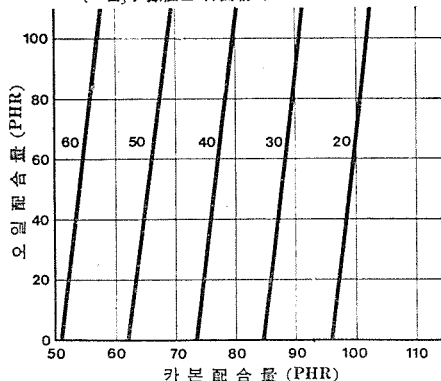
(그림 내 數値는 發熱에 依한 上昇 溫度, °F)



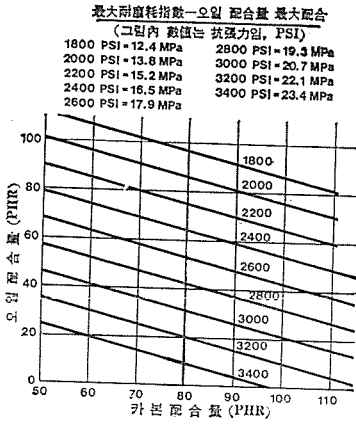
[그림 5] 그림 1 및 2로부터 求한 卡본·오일 最適量 配合고무의 發熱(Firestone)을 그 卡본의 黑色度 및 Compressed DBP油 吸着量의 函數로 나타냄

耐摩耗指數 및 오일 配合量 最大配合

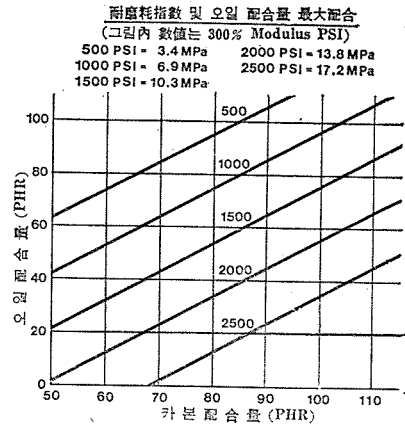
(그림 내 數値는 押出物의 Die Swell 임, %)



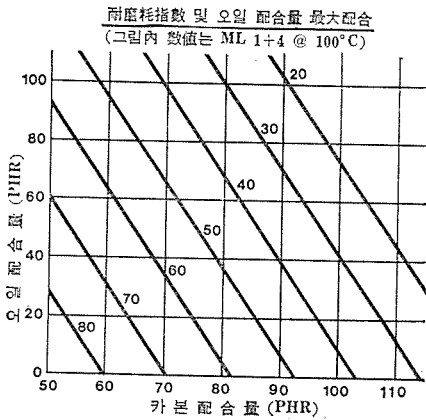
[그림 6] 그림 1 및 2로부터 求한 卡본·오일 最適量 配合고무의 Die swell을 卡본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



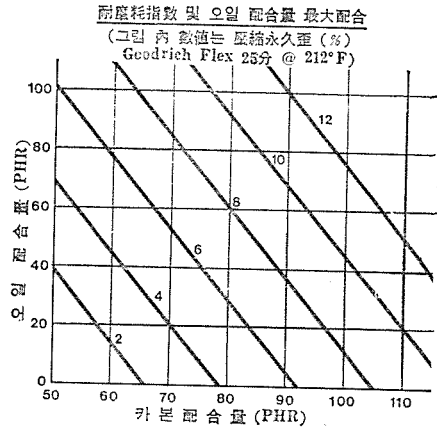
[그림 7] 그림 1 및 2로부터 求한 카본·오일 最 適量 配合고무의 抗張力을 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



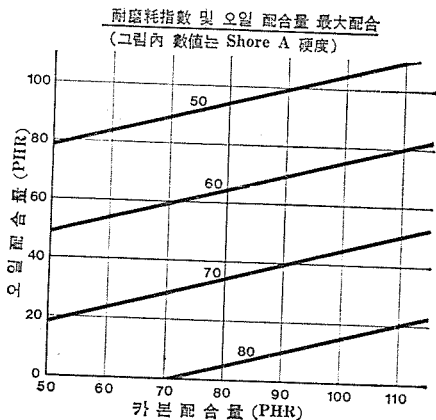
[그림 8] 그림 1 및 2로부터 求한 카본·오일 最 適量 配合고무의 300% Modulus를 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



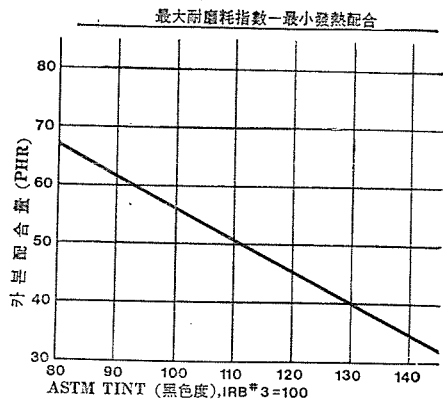
[그림 9] 그림 1 및 2로부터 求한 카본·오일 最 適量 配合고무의 Mooney粘度を 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



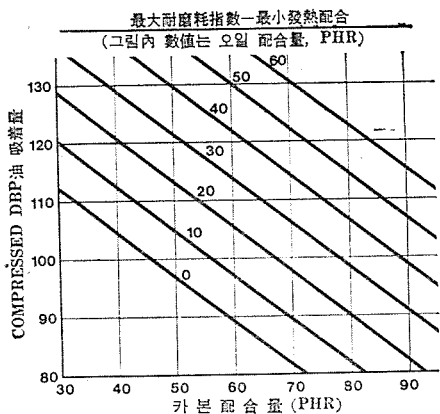
[그림 10] 그림 1 및 2로부터 求한 카본·오일 最 適量 配合고무의 壓縮永久歪를 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



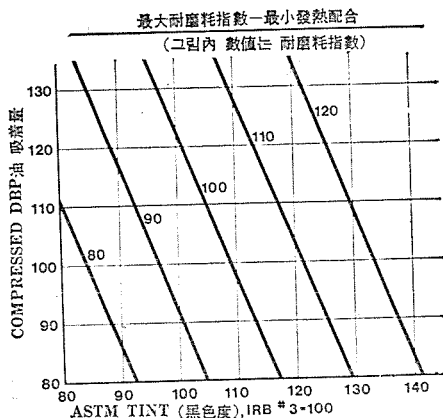
[그림 11] 그림 1 및 2로부터 求한 카본·오일 最 適量 配合고무의 shore A 硬도를 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



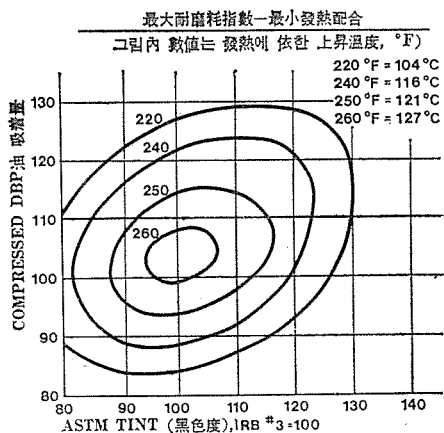
[그림 12] 耐磨耗指數 및 耐發熱이 最大이면서 單 價가 最小인 配合을 위한 카본의 黑色度와 카본의 配合量의 關係



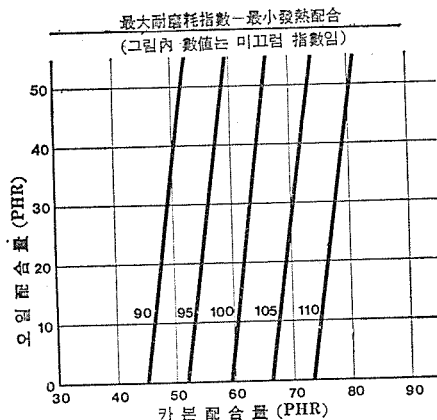
[그림 13] 耐磨耗指數 및 耐發熱이 最大이면서 單價가 最小인 配合을 目的으로 할 때 既知의 카본 量과 Compressed DBP油 吸着量으로부터 오일 量을 算出하기 爲한 그림



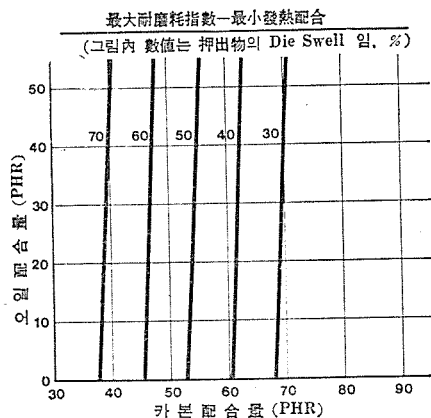
[그림 14] 그림 12 및 13으로부터 求한 카본·오일 最適量 配合고무의 耐磨耗指數를 그 카본의 黑色度 및 Compressed DBP油 吸着量의 函數로 나타냄



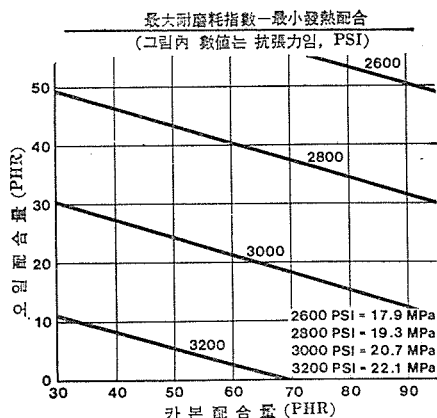
[그림 15] 그림 12 및 13에서 求한 카본·오일 最適量 配合고무의 發熱(Firestone)을 그 카본의 黑色度 및 Compressed DBP油 吸着量의 函數로 나타냄



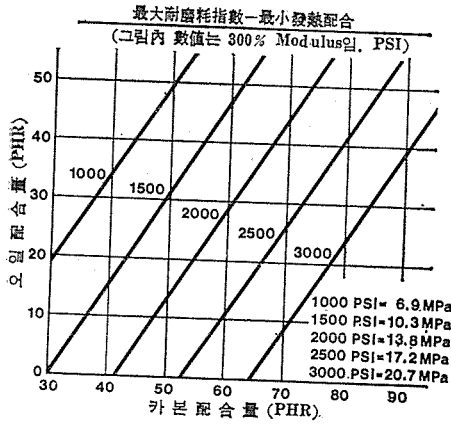
[그림 16] 그림 12 및 13으로부터 求한 카본·오일 最適量 配合고무의 미끄럼 指數를 카본 및 오일 配合量의 函數로 나타냄



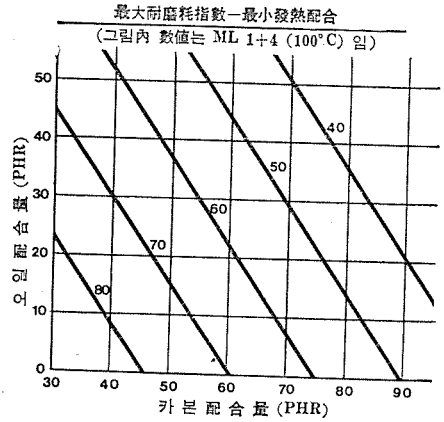
[그림 17] 그림 12 및 13으로부터 求한 카본·오일 最適量 配合고무의 Die swell을 카본 및 오일 配合 量의 函數로 나타냄



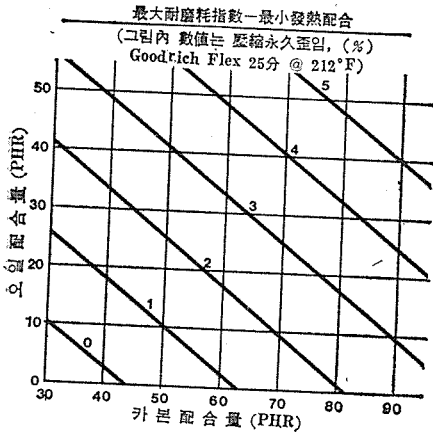
[그림 18] 그림 12 및 13으로부터 求한 카본·오일 最適量 配合고무의 抗張力을 카본 및 오일 配合 量의 函數로 나타냄



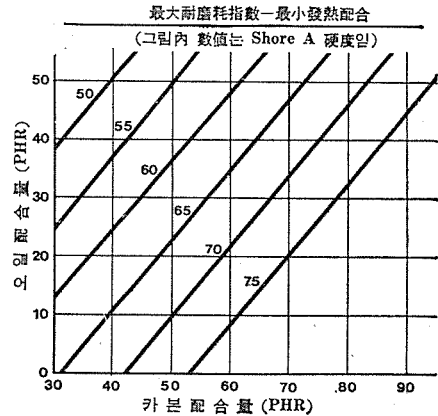
[그림 19] 그림 12 및 13으로부터 구한 카본 및 오일最適量配合 고무의 300% Modulus을 오일 및 카본의 函數로 나타냄



[그림 20] 그림 12 및 그림 13으로부터 구한 카본·오일最適量配合 고무의 Mooney 粘度를 카본 및 오일配合量의 函數로 나타냄



[그림 21] 그림 12 및 그림 13으로부터 구한 카본 오일最適量配合 고무의 壓縮永久歪를 카본 및 오일配合量의 函數로 나타냄



[그림 22] 그림 12 및 그림 13으로부터 구한 카본 및 오일의最適量配合 고무의 shore A 硬度를 카본 및 오일配合量의 函數로 나타냄

5. 參考文獻

- (1) Amon, F.H. and Dannenberg, E.M., Rubber world, Vol. 131, p.627 (1955).
- (2) Sweitzer, C. W., Trans. Inst. Rubber, Ind., Vol. 2, p.77 (1955)
- (3) Bolt, T.D. and Dannenberg, E.M., Rubber chem. & Tech., Vol. 34, p.43(1961).
- (4) Studebaker, M. L., paper presented at the A.C.S. Rubber Division Meeting, Chicago, Illinois, Sept., 1967.
- (5) Boonstra, B.B. and Medallia, A. I., Rub-

ber Age, Vol. 92 and 93, March and April, 1963.

- (6) Scott, C.E and Chirico, V.E., "performance of SBR/BR Tread Compounds as a function of carbon Black Dispersion, Surface chemistry, and Structure," paper presented at A.C.S. Rubber Division Meeting, Atlantic city, N.J., Sept., 1968.
- (7) Boonstra, B. B., "Traction-Abrasion Relationship of Tread compounds Containing Improved Reinforcing Blacks," paper No.26 presented at the A.C.S. Rubber Division Meeting, Denver, Colo., October, 1973.



- (8) Bassi ; A.C., Rubber chem. & Tech., Vol, 38, p.112 (1965).
- (9) Railsblack, H.E., Haus, J.R., Cooper, W. T., & Tacker, J.H. Rubber world, Vol. 148, p.40 (1963).
- (10) Hallman, R. W., Brunot, C. A., and Rowe, P. H., "Development of a 50 percent stereo polybutadiene Tread Recipe for wet skid Resistance Equivalent to a 100 percent SBR control," paper presented at the A.C. S. Rubber Division Meeting, Miami. Fla., May, 1965.
- (11) West, J.R. and Mc Cormick, C.E., paper presented at A.C.S. Rubber Division Meeting, Buffalo, N.Y. Oct., 1969.
- (12) Gifford, J.H., "Carbon Black structure, Tread wear, and Abrasion," paper presented at the International Rubber Conference, paris, France, 1970.
- (13) Dahmen, K.R. and McRee, N.N., paper presented at the International Rubber Conference, prague, Czechoslovakia; Sept., 1973.
- (14) Boonstra, B. B., Heckman ; F.A., and Kabaya; A., "Abrasion and Traction Studies," Rubber Age, Vol. 104, p.33, 1972.
- (15) Veith, A.G., "Accelerated wear under Controlled Conditions-parts 1 and 2," paper presented at the A.C.S. Rubber Division Meeting, Detroit, Mich., May, 1973.
- (16) Schallamach, A., "Recent Advances in knowledge of Rubber Friction and Tire wear," Rubber chem. & Tech., Vol. 41, pp. 209-244 (1968).
- (17) Bassi, A.C., "Measurement of Friction of Elastomers by skid Resistance Tester," Rubber Chem. & Tech., Vol. 38, pp. 112-122 (1965).
- (18) Giles, C.C., Sabey, B.E., and Cardew, K.H.F., "Development and performance of the portable skid Tester," Rubber Chem. & Tech., Vol. 38, pp. 840-862 (1965).
- (19) Cotten, G.R. and Dannenberg, E.M., "A Novel Method for evaluating Carbon black and Correlation with Roadwear Ratings," paper No. 25, presented at A. C. S. Rubber Division Meeting, Denver, Colo., Oct., 1973.
- (20) Haws, J.R., welder, C.R., and Cooper, W.T., "The Effect of carbon Black structure on Abrasion Resistance," paper presented at A.C.S. Rubber Division Meeting, Los Angeles, Calif., May, 1969.
- (21) Sarback, D.V., Hallman, R.W., and Brunot, C.A., "Wet skid: Laboratory versus Road Test," Rubber Age Vol. 97, pp. 76-79, July, 1965.
- (22) Baranwal, kirshna, "Effect of SBR-Styrene Content, Cis-1,4 Polybutadiene and Black/oil Loadings on the Coefficient of Friction," paper presented at A.C.S. Rubber Division Meeting, Miami, Fla., April, 1971.
- (23) Hale, K.L., West, J.R., and McCormick, C.E., "The Contribution of Carbon black Type to skid and Tread wear Resistance," paper presented at A.C.S. Rubber Division Meeting, Cleveland, Ohio, May, 1975.  
(1976年 Rubber Age 10月號에서)

☆

☆

☆