

Solprene 고무의

타이어에

對한 應用

柳 漢 皓

《International Engineers Co. 化工技師》

技 術 資 料

緒 論

고무의 種類

加 工 法

Butadiene-styrene 共重合物

고무-油入 Masterbatch

Skid 및 Traction

結 論

緒 論

乳濁法에 의한 從來의 製造法 보다 炭化水素 溶液으로 重合한 Polybutadiene(PBD) 및 Butadiene styrene 고무의 개발로 고무의 性質이 크게 改良되었다. 溶液으로 重合한 고무의 例로는 無色, 無臭 및 높은 고무 炭化水素 含量으로 Solprene 類를 들 수 있다.

Solprene 系의 고무는 分子量, 分子量分布, 長鎖의 多枝化單量體 配列 및 素練特性 등이 調整되어 있다.

溶液고무는 이와 같은 特性이 있기 때문에 用途가 廣範圍하다.

本論에서는 이들 고무를 타이어에 應用했을 때의 利點 및 여러가지 配合의 變更으로 타이어의 性能에 미치는 影響에 關하여 檢討하기로 한다.

먼저 Solprene 고무의 利點을 列擧하고 加工特性을 說明하기로 한다.

다음으로 配合變更에 따른 走行性能의 變化를 檢討해 보기로 한다.

고무의 種類

타이어用 Solprene 고무에는 Polybutadiene random 型 Butadiene-styrene 共重合物 및 이 고무의 油入 Masterbatch 등이 있다.

油入 Masterbatch 에는 高芳香族油(ASTM 101) 또는 Naphthenic oil (ASTM 103)가 25 또는 37.5 phr 油入되어 있다.

Polybutadiene 고무의 種類는 <表 1>과 같다. Solprene polybutadiene 은 無色이고 灰分이 적으며 고

무 炭化水素含量이 높다. Medium cis-polymer 에는 다음 表에서 例示한 바와 같은 두가지 Mooney 範圍를 가지고 있는 것이 있다.

<表 1> 타이어用 Solprene polybutadiene

Polymer	200	200	275	276	277
Oil type	—	—	N*	HA*	HA*
Oil loading, phr	—	—	37.5	25	37.5
Mooney, ML-4	46	45	48	50	50
Microstructure, cis %	37	37	—	—	—
Ash, %	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Gel, %	0	0	0	0	0
Density, g/cc	0.895	0.895	0.904	0.911	0.919
Rubber hydrocarbon, %	98.0	98.0	71.4	78.4	71.4

* N-Naphthenic, HA-Highly Aromatic

타이어用으로 一般的으로 널리 使用되고 있는 油入 Masterbatch 는 276 및 277 이며 이들은 各各 25 및 37.5 部의 高芳香族油를 含有하고 있다.

Solprene 고무에 있어서 Naphthenic oil 의 作用은 대단히 우수하다.

Solprene 275 는 Tread 나 Sidewall 에 使用해도 아무

<表 2> 타이어用 Solprene 共重合物

Copolymer	1204	375	378	377
Oil type	—	N	HA	HA
Oil loading, phr	—	37.5	25	37.5
Mooney, ML-4	—	56	46	46
Ash, %	0.10	0.10	0.10	0.10
Gel, %	0	0	0	0

Density, g/cc	0.933	0.930	0.943	0.948
Rubber hydrocarbon, %	98.0	71.4	78.4	71.4

런 물리적 성질의低下가 없다.

一般的으로 Masterbatch 보다 價格이 비싸나 이들 溶液고무에서의 作用性質은 前者가 훨씬 優秀하다. 타 이어用 Solprene 共重合物은 <表 2> 와 같다.

加工法

上述한 고무의 加工法을 說明하는데 있어서 銘心해야 할 것은 元來 溶液重合法으로 만들어진 고무는 分子量分布가 좁다는 것이다.

(그림 1)의 GPC (Gel Permeation Chromatograph) (膠化體에 依한 色層分析) 分析結果로 Solprene 1204 共重合物이 上述한 現象을 나타내고 있다는 것을 알고 있다. 이 그림의 垂直軸에는 屈折指數의 變量을, 그리고 水平軸에는 溶離容積을 나타내었다. 最上昇點은 蒸溜段을 通過한 溶媒의 分溜物을 意味한다.

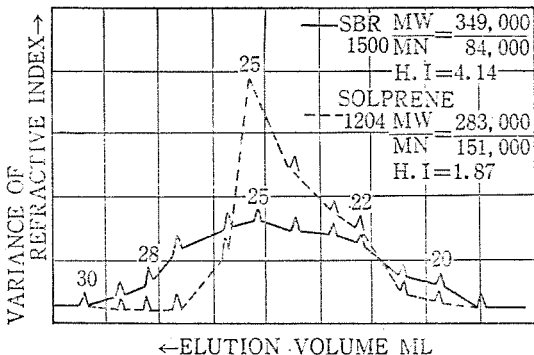


그림 1. Molecular weight distribution

그림의 右側은 高分子物質을 그리고 左側은 低分子量의 物質을 各各 나타내고 있다. 水平軸上의 그래프의 높이는 各分溜物에 있는 고무의 相對量을 나타내는 것이다.

Solprene 1204의 좁은 曲線 및 SBR 1502의 넓은 曲線은 Solprene 1204는 分子量 分布가 훨씬 더 좁다는 것을 意味하는 것이다. 이와같은 좁은 分子量 分布 및 重合物分子의 보다 큰 直線性 때문에 乳濁重合物에 比하여 加工性의 變化가 크다. Solprene 고무는 配合 고무의 Nerve를 最小로 줄이는 作用을 한다. 이 때문에 乳濁고무용으로 쓰이는 Internal mixer (Banbury)에서 보다 많은 量의 Batch를 使用할 수 있다.

Batch 重合量의 增加可能量은 配合處方 및 混合條件에 따라 달라진다.

大部分의 Tread 配合에서는 最小限度 10%까지는 Batch 重量을 增加시킬 수 있으리라 생각된다.

構造特性의 差異點을 利用하여야만 된다는 前提下에 素練特性을 이들 Solprene 고무의 機構와 結付시킨 것이다.

乳濁고무의 素練을 위하여서는 長時間의 素練作業을 爲한 高質의 靱解劑가 必要하다. Solprene 200, 1204 및 377 고무는 有機酸의 存在下에서 混合하면 Mooney 粘度가 顯著하게 低下하는 傾向이 있다. Mooney 粘度

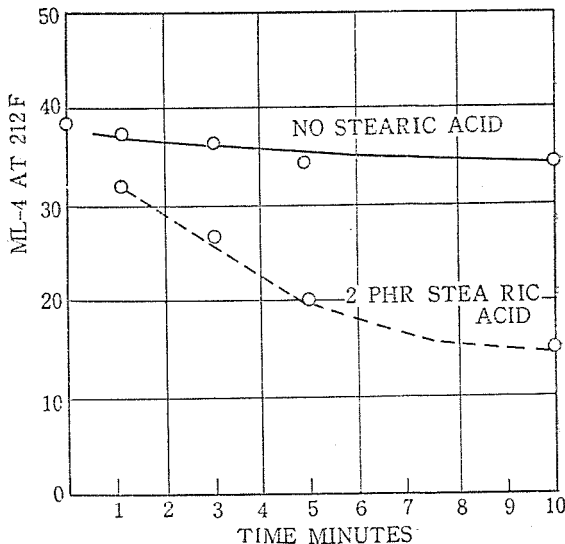


그림 2. Solprene 200 rubber breakdown 250°F Midget Banbury, 30 RPM

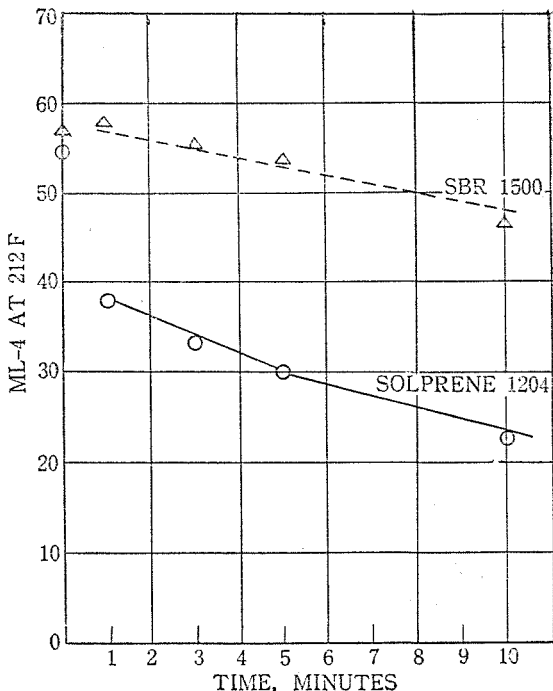


그림 3. Solprene 1204 rubber breakdown 250°F Midget Banbury, 60 RPM 2phr stearic acid

39의 Solprene 200 이 250°F 에서의 Midget Banbury 에서 混合 10分後의 粘度低下가 但只 4 Point 입을 (그림 2)에서 알 수 있다. 2部의 Stearic acid 存在하에서는 粘度가 첫번째 混合時 6 Point 내려가고 있으며 5分後에는 19 Point 低下하였다.

(그림 3)은 SBR 1500 및 Solprene 1204의 素練程度의 變化를 比較한 것이다. Solprene 1204가 混合 1分後에 Mooney가 16 Point 내려가는 反面 SBR 1500의 粘度가 約 4 Point 떨어지는 代身 Solprene 고무는 24 Point 떨어지고 있다.

(그림 4)는 Solprene 377의 素練에 미치는 有機酸 添加의 效果를 나타내고 있다.

有機酸이 없을 때는 混合時間에 따라 Solprene 고무의 粘度는 若干 떨어지고 있으며 2 phr의 스테아린酸의 存在下에서 粘度가 急激히 低下한다. SBR 1712도 이와같은 條件下에서는 상당히 素練이 잘되고 있다. 그러나 Solprene 377은 混合 첫 3分에서는 粘度가 相當히 낮다.

모든 境遇 有機酸만 存在하면 적당한 溫度下에서 混合時間을 最小限度로 줄여서라도 이들 Solprene 고무의 素練은 빨라진다.

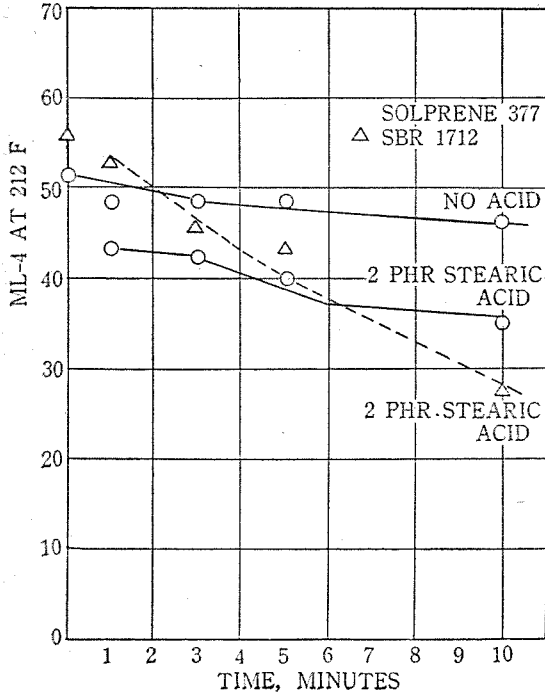


그림 4. Solprene 377 rubber breakdown
250°F Midget Banbury, 60RPM

Solprene 고무는 全世界의 工場에 있는 大規模施設에서 混合되고 있다. No. 11 Banbury 에서의 混合方法을 <表 3>에서 나타내었다.

이것은 一般의 行하여지고 있는 混合時間이다.

混合時는 스테아린酸 存在下에서 豫備混合過程을 暫時 實施하는 것이 좋다. Carbon black은 約 1/2分後에 投入한다. 共重合物 및 粉末配合劑를 먼저 投入한다. 모든 混合工程에서 發熱이 빨리 일어나고 放出時間은 冷却水, Banbury 條件 및 配合內容에 따라 4乃至 6分이다.

<表 3> Suggested mixing cycles

Solution copolymers	Blends
0'-Rubber, black powders	0'-Rubber plus stearic acid
2'-Oil at 250~270°F	$\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$ Black and powders
3'-Sweep	$1\frac{1}{2}$ Balance black plus oil
300°F-Dump	250°F-Sweep 300°F-Dump
Oil masterbatches	Remix
0'-Rubber, $\frac{2}{3}$ black, powders	0'-Masterbatch and curatives
1'-Balance black plus oil	210°F-Discharge
300°F-Dump	

分子構造에 상당히 적은 長鎖枝가 存在하는 고무는 一般의 收縮現象이 적고 그 結果 Roll上에 축늘어져서 감진다. <表 4>의 Roll溫度를 간단히 調整하면 고무가 Roll에 잘 감진다. 고무의 溫度가 190°F에 到達하였다 하더라도 두 Roll溫度가 같으면 Solprene 377 고무에 70/40 Telack-oil이 混入된 고무는 Roll에 잘 감진다.

앞 Roll은 冷却水流量을 增加시키고 뒷 Roll의 冷却水를 減少시키면 고무가 아주 잘 감진다.

前後 Roll溫度差는 40°F 内外가 좋다. 配合고무는 phr의 促進劑와 配合하면 Solprene 200 配合고무는 發熱이 더 높아지지만 反撥彈性은 高 cis-Polybutadiene에 比하여 거의 비슷하다.

<表 4> Comparison of properties-solprene 200 and high cis-polybutadiene

	High		cis-PBD		
	Solprene 200/Natural Rubber*		Natural Rubber		
Sulfur, phr	1.5	1.8	1.8	1.5	1.8
Accelerator, phr	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0
300% Modulus, psi	1120	1310	1590	980	1230
Elongation, %	585	570	520	660	620
ΔT, °F	72	66	64	63	57
Resilience, %	63	62	63	62	65
Blow out, min.	5	6	7	8	8
Temperature, 4 min.	125	78	64	73	58

*40/60 ratio

促進劑配合量은 1.2 phr 를 增量하면 發熱生成은 거의 같고 Modulus 는 若干 높아지며 따라서 伸張率은 낮아진다. 天然고무 單獨配合고무 보다 더 優秀한 磨耗 및 裂傷抵抗을 얻기 위하여 Solprene 200/天然고무 (40/60) 混合고무를 相異한 Black-oil 配合量에 應用하는 方法을 <表 5> 에 나타내어 이 고무의 使用特性을 要約하였다.

기름 및 加黃劑를 適宜調整하여 가면서 Carbon black 量을 45乃至 60 phr 로 變量시켰다.

混合고무의 磨耗抵抗은 세가지 고무가 大端히 서로 비슷하다.

Carbon black 및 기름의 配合量이 增加됨에 따라 裂傷抵抗은 改良되었다. 이 實驗値는 Solprene 200—天然고무 混合고무를 使用하면 보다 優秀한 性質의 고무를 얻을 수 있다는 것을 意味하는 것이다.

이 實驗은 Mulig secton 型 디자인을 한 8.25×14 再生타이어를 使用하여 行하여졌다.

<表 5> Effect of black oil ration tread wear

	Solprene 200/Natural rubber* Natu ra rubber			
ISAF Carbon black, phr	45	55	60	45
High aromatic oil	5	1.3	1.8	5
Sulfur	1.7	1.7	1.7	2.2 ₅
Accelerator	0.9	1.0	1.1	0.
Abrasion index	116	115	114	10 ₀ ⁵
Chipping resistance	fair	good	excellent	good

* 40/60 ratio

溶液法으로 製造한 Polybutadiene 고무는 適切한 抗張力 및 引裂抵抗性을 나타내고 있으나 Hysteresis 性質은 天然고무와 비슷하다. 이 外에 Polybutadiene 은 加黃中 耐熱性이 大端히 優秀하다.

(그림 5)의 Rheograph 上의 水平軸은 時間을, 그리고 垂直軸은 捻力(Torque)을 나타내 있다.

天然고무 Carcass 配合고무는 356°F 에서 4분이 經過한 後 Torque 가 最高點에 到達하고 있으며 20分 經過後는 急逆轉(16 Unit)하고 있다.

40/60 Solprene 200/天然고무 混合고무는 Torque 가 最高點에 이르기 위해서는 若干 긴 時間을 要하고 時間에 따라 劣化가 훨씬 적어지고 있다. (7 Unit 程度)

이와같은 耐熱老化性은 走行中 高溫發熱을 일으키고 또 加黃時間이나 再生操作時間이 긴 트럭 Carcass 配合에 使用한 Solprene 200/天然고무 混合고무와 天然고무의 單獨配合고무의 物理的 性質을 나타내었다.

混合고무의 粘着性은 若干 낮지만 混合 後는 改良되어 完全히 一致되고 있다.

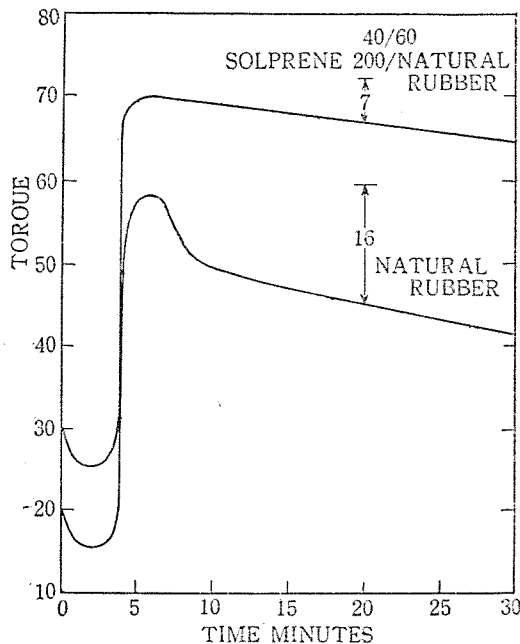


그림 5. Monsanto Rheograph-356°F, preheat 60 seconds reversion of natural rubber and polybutadiene blend

混合고무의 抗張力의 더 낮은 것을 除外하고서는 그 配合고무 實驗室 性質에는 多少 差異가 있기는 하다. 混合고무의 熱生成은 天然고무에 大端히 비슷하고 타이어의 破裂抵抗이 大端히 優秀하다.

Resilience, %	82	82
Blowout, min.	54	44
ΔT, °F at 40 min.	118	113

乘用車타이어의 Tread 配合, Butadiene-styrene 乳 共重合物과 Polybutadiene 고무의 混用은 널리 알려져 있다.

<表 6>에 代表的인 實驗室의 性質을 나타내었다.

Solprene 200/SBR 1712의 混合고무는 押出速度가 SBR 보다 더 빠르고 Hysteresis 性質 特히 反撥彈性이 더욱 優秀하다.

cis-Polybutadiene 含量이 많은 混合고무에 比하여 Solprene 200 은 押出速度가 더 빠르고 押出外觀도 좋으며 熱生成은 조금 더 높고 反撥彈性은 同一하다.

<表 6> Properties of Solprene 200/SBR 1712 blends in passenger tires

Rubber hydrocarbon	100
ISAF Black	70
Highly aromatic oil	40
Sulfur	2

Accelerator	Solprene 200/ SBR 1712*	High cis-PBD/ SBR 1712*		SBR 1712
	1.4	1.4	1.3	
Processing				
Compounded Mooney, ML-4		43	46	54
Extrusion, gr/min.		120	110	105
Rating (12-best)		12	119	12
Shrinkage, %		51	54	54
Cured 30 Minutes at 307°F				
300% Modulus, psi		1020	960	1090
Tensile, psi		2850	2850	3500
Elongation, %		580	600	600
ΔT, °F		66	63	67
Resilience, %		60	60	60
Shore A hardness		57	54	58
*40/60 ratio				

<表 7>에 Solprene 200/SBR 1712의 混合고무에 Polybutadiene을 混入시켰을 때의 磨耗性質의 變化 및 Carbon black-oil 配合比를 나타 내었다.

<表 7> Effect of solprene ratio and extension on tread wear

	Solprene 200/SBR 1712		SBR 1712		
Rubber ratio	25/75	50/50	25/25	50/50	100
ISAF Carbon black	75	75	95	95	90
Highly aromatic oil	50	50	75	75	40
Abrasion index	108	114	95	112	100

Solprene 200/SBR 1712의 混合 高무에 硫黃 및 促進劑 配合比를 變更시켰을 때 미치는 效果를 廣範圍하게 研究해 왔으며 Modulus가 不變일 때 乘用車타이어 Tread의 磨耗抵抗은 큰 變動이 없다는 것을 알았다.

硫黃量은 1.5 乃至 2.5部 그리고 促進劑는 1.0으로 부터 2.3 phr로 변화시켰다.

加黃劑 混入量의 變化에 Modulus가 증가할 때 磨耗抵抗은 極少量 改良되었을 뿐이다.

<表 8>은 300% Modulus가 300 psi 增加할 때 磨耗抵抗은 4% 改良되고 있다는 것을 나타내고 있다.

ISAF Black 및 Oil의 配合比는 各各 80 및 50이다.

Non-skid가 0.001吋 磨耗됨에 따라 50 Mile을 走行 했다는 것은 苛酷한 試驗條件下에서라도 견딜 수 있는 것을 示唆하는 것이다.

<表 8> Effect of variation modulus by on tread wear

40/60 Solprene 200/SBR 1712*				
Sulfur phr	Accelerator phr	300% Modulus psi	Miles 0.001"	Abrasion index
1.75	1.5	700	54.8	100
2.1	1.3	900	55.3	101
2.3	1.4	1,000	57.1	104

* 80/50 black/oil levels

Modulus도 <表 9>에서와 같이 Carbon black의 種類 및 Oil의 使用量 등으로 調節할 수 있다.

正常構造(N 220)의 ISAF Black을 混入한 Tread 고무의 磨耗指數를 100에 固定시켜 두었다면 高構造(N 242) ISAF Black은 Tread 磨耗가 5% 改良되었다.

Modulus는 250이 더 높았다. N 220 black에 油量을 10 phr까지 減量시켰을 때 Modulus는 400 psi 增加되었고 예기한 바와 같이 磨耗抵抗은 若干 改良되었다.

타이어의 走行性能에 미치는 混合變數의 影響을 <表 10>에 나타내었다.

High-polybutadiene/SBR 1712 混合고무(40 對 60)를 標準放出溫度인 315°F에서 混合하였다.

Solprene 200/SBR 1712 混合고무의 磨耗指數는 91였다.

Medium cis-polymer와 同一한 方法으로 配合되었을 때 High cis-polymer 磨耗抵抗이 若干 낮다는 것이 代表的인 現象이다. 混合時間을 늘이고 配合고무를 365°F에서 5分間 放置해 두면 Solprene 200/SBR 1712 混合고무의 磨耗性質은 9% 改良된다.

이와같은 混合의 熱處理方法은 磨耗性의 見地에서 볼 때 有用한 것일지 몰라도 가끔 裂傷抵抗에 逆效果를 나타내는 수가 있다.

그러므로 이 方法을 使用하는 데는 充分한 檢討를 加해야 할 것이다.

Solprene 200 混合고무로 磨耗抵抗을 改良할 수 있는 實用的인 다른 한 方法은 SBR 1824와 같은 SBR 油展

<表 9> Effect of variation in modulus by filler and oil tread wear

40/60 Solprene 209/SBR 1712				
Carbon black*	Oil phr	300% Modulus, psi	Miles/. 001"	Abrasion index
ISAF (N220)	50	900	55.3	100
HS-ISAF (N242)	50	1150	58.7	106
ISAF (N220)	40	1300	58.3	105

*80 phr

<表 10> Effect of mixing variations on tire performance

Rubber or Master—batch	Final black oil	Discharge temperature, °F	Abrasion index
Solprene 200/SBR 1712	80/50	300	94
Solprene 200/SBR 1712	80/50	365	103
Solprene 200/SBR 1824*	81.5/52.5	300	98
Solprene 277*/SBR 1824*	81.5/52.5	315	103
High cis-PBD/SBR 1712	80/50	315	100

* Masterbatched with 80 parts ISAF black, 37.5 highly aromatic oil.

* 82.5 ISAF carbon black 62.5 highly aromatic oil.

Masterbatch 에 混合하기 前에 Polybutadiene 에 Carbon black 및 기름을 混入해서 Masterbatch 를 만드는 것이다.

이와같이 配合한 고무의 磨耗指數는 High cis-polybutadiene/SBR 1712 와 本質의으로 同一하다.

Solprene 200 代身에 高粘度油展 Polybutadiene 인 Solprene 277 을 使用하면 磨耗抵抗이 5% 더 改良된다.

Butadiene-styrene 共重合物

Butadiene-styrene 共重合物인 Solprene 1204 에 對하여 論述키로 한다.

이 고무는 分子量分布가 좁고 獨特한 素練特性 때문에 SBR 1500 보다 많은 利點이 있다.

<表 11> 에 比較하여 物理的 性質을 Solprene 1204 고무에 適當한 配合劑를 混入하면 押出速度가 빠르고 수축이 적은 配合고무를 얻을 수 있다는 것을 示唆하는 것이다. Solprene 1204 는 加黃劑 配合量이 적으며 Modulus 및 熟生成은 比較試驗用 配合고무와 비슷하다.

Solprene 1204 및 SBR 1500 Tread 고무의 磨耗性質에 미치는 走行條件의 苛酷度의 影響을 50/10 HAF/oil 및 60/20 ISAF/oil 比로 混入試驗하여 <表 12> 에 나타내었다.

이 고무를 加黃劑에 變量시켜서 正常 및 高 Modulus 를 얻기 위하여 配合하였다.

적당한 苛酷度(100 mile/0.001 吋)에서는 Solprene 1204 는 4 까지 配合中 새개의 SBR 1500 配合 보다 優秀하다. 低 Black oil 含量 即 50/10 을 配合한 高 Modulus 配合고무에란 磨耗抵抗이 SBR 1500 보다 낮다.

60/20 比의 Black/oil 및 높은 Modulus 에서는 Solprene 고무의 Tread 는 SBR 1500보다 磨耗抵抗이 더 좋았다.

苛酷度가 높은 試驗條件下에서는 高 및 低 Modulus 配合고무의 性質에 미치는 影響이 同一하다.

<表 11> Comparison of Solprene 1204 and SBR 1500 properties

Polymer	Solprene 1204	SBR 1500
ISAF Carbon black		60
Highly aromatic oil		20
Sulfur	1.75	1.9
Accelerator	1.15	1.3
Processing		
Extrusion gr./min.	132	115
Rating	12	12
Shrinkage, %	40	56
Cured minutes at 307°F		
300% Modulus, psi	1350	1300
Tensile, psi	3200	3200
Elongation, %	560	560
△ T, °F	73	75
Resilience	58	53
Shore A hardness	61	60

<表 12> Effect of modulus and severity on tread wear of Solprene 1204

Black/oil ratio	50/10*		60/20*	
300% Modulus, psi	1300	1900	1400	1750
Moderate severity (>100 miles/.001 inch loss)				
Solprene 1204	107	96	104	110
SBR 1500	100	100	100	100
High severity (<30miles/.001 inch loss)				
Solprene 1204	102	98	100	101
SBR 1500	100	100	100	100

*HAF Carbon black.

*ISAF Carbon black.

高構造 HAF Black <表 13>을 使用하여 Solprene 1204 Tread 고무의 Modulus 를 增加시켜도 走行中 磨耗抵抗에는 아무런 影響이 없었다.

ISAF Black 을 使用하였던 普通構造의 Black 時 보다 磨耗抵抗이 若干 改良되었을 뿐이다. 高構造 Black 은 同一하거나 若干의 差異가 있으므로 各者에 對하여서 더 仔細한 研究를 하여야 할 것이다.

Solprene 1204 는 모든 試驗에서 磨耗試驗比較用 고무 보다 磨耗抵抗이 優秀하거나 同一하였다.

열가지 計劃으로 짜여져 있는 200千마일 以上の 試驗에서 Solprene 1204 는 SBR 1500에 比하여 103의 平均 磨耗指數를 나타내었다. 이 試驗에서 Black 및 Oil 은 各各 60 및 20의 比로 混入하는데 그 理由는 이 配合比에서 Solprene 1204 의 加工性 및 經濟性이 보다 좋기 때문이다.

Butadiene-styrene 고무는 乘用車 타이어의 Carcass 고무에 가끔 쓰이므로 Solprene 1204를 天然고무 및 타이어再生고무로서 세가지를 混合고무를 만들어 SBR 1000을 代用하여 研究하였다.

<表 14>은 Solprene 1204를 使用하면 Mooney 粘度가 높은 고무를 얻을 수 있다는 것을 나타내고 있다.

Solprene 1204를 含有하고 있는 配合고무에 依해서 發熱性, 反撥彈性 및 破裂抵抗이 改良된다는 것은 乘用車타이어 Carcass 고무에 이 고무를 使用함으로써 性能이 더욱 좋아 진다는 것을 意味하는 것이다.

<表 13> Effect of carbon black structure on treadwear performance of Solprene 1204

Black type*	300% Modulus, psi	Abrasion index
Solprene 1204		
HAF (N 330)	1210	100
HS-HAF (N 347)	1610	99
SBR 1500		
HAF (N 330)	1270	100 control
Solprene 1204		
ISAF (N 220)	1170	105
HS-ISAF (N 242)	1300	100
SBR 1500		
ISAF (N 220)	1150	100 contro

*6/20 black/oil levels

<表 14> Solprene 1204 passenger tire carcass stocks

Rubber	100	—
FEF Carbon black	33	—
Sulfur	2.5	—
Accelerator	0.95	—
Solprene 1204	40	—
SBR 1000	—	40
Natural rubber	40	40
Whole tire reclaim	40	40
Mooney, ML-4	50	38
Mill banding	good	good

Cured 45 minutes at 293°F

300% Modulus, psi	1240	1250
Tensile, psi	2100	2100
Elongation, %	490	490
△T, °F	51	55
Resilience, %	69	66
Blowout, min.	8	7
△T, °F at 6 min.	120	130

고무-油入 Masterbatch

油入 Masterbatch는 配合단가를 줄이고 低廉한 費用으로 質을 그대로 維持시키기 爲하여, 그리고 多量의 기름을 油入하여 油入時間을 減少시키는데 널리 利用된다.

Solprene 277 油展 Polybutadiene을 <表 15>에서 天然고무와 混合한 High cis-polybutadiene 油展고무를 比較하였다!

Solprene 277은 押出速度에 利點이 있고 發熱 및 反撥彈性은 比較用 配合 고무와 같고 다른 고무 보다는 좋다.

苛酷한 力學的 屈曲運動下에서는 Solprene 277 混合 고무가 破裂抵抗이 크다.

<表 15> Comparison of oil-extended polybutadiene-natural rubber blends

	Solprene 277*	High cis-PBD*	High cis-PBD*
Mooney, ML-4	82	72	63
Extrusion, gr.-min.	110	104	75
Rating(12 is best)	10-	9+	10-
Cured 45 minutes at 293°F			
300% Modulus, psi	1440	1240	1290
Tensile, psi	3500	3500	3530
△T, °F	56	56	60
Resilience, %	66	66	60
Blowout min.	7	6	5
△T, °F at 5 min.	100	110	130
Shore A hardness	60	69	56

*40/60RHC ratio 60/18 ISAF Carbon black/oil

<表 16>은 天然고무와 混合되어 있는 Solprene 200, Solprene 277 및 High-cis 油入 Polybutadiene 고무를 比較한 것이다.

이를 트럭타이어용 Tread 고무의 性質이 같고 이들 고무 모두가 比較試驗 天然고무 보다 相當히 優秀하다. (15% 可量)

裂傷抵抗도 이 配合에서 比較試驗 고무 보다 Polybutadiene, 天然고무의 混合고무가 더 優秀 했다.

이 性質에 있어서는 Solprene 200 混合 고무가 가장 優秀한 Polybutadiene 인 것 같다.

乘用車타이어 Tread 에 있어서 SBR 1712와 混合한 Solprene 200 및 277의 相對 磨耗性質이 <表 17>에 提示되었다. 高 Mooney 粘度의 油展 Polybutadiene 인 Solprene 277은 磨耗抵抗이 顯著하게 改良되고 있다.

<表 16> Treadwear of polybutadiene oil masterbatch-natural rubber blend

	Solprene 200*	Solprene 277*	High cis-OEP	Natural Rubber
ISAF Carbon black	60	60	60	45
Highly aromatic oil	18	18	18	7.5
Abrasion index	114	115	117	100
Chipping resistance	excellent	good	good	fair

*40/60(RHC) Blend with natural rubber.

<表 17> Treadwear of Solprene 277/SBR 1712 blend

	Solprene 200	Solprene 277
PBD/SBR 1712 ratio	40/60	40/60
ISAF Carbon black	80	80
Highly aromatic oil	50	50
Abrasion index	100	107

<表 18>에 나타낸 Solprene 277 및 377의 혼합 고무의 磨耗抵抗은 Naphthenic 系油로 混入된 Solprene 277/375 混合고무의 Tread 磨耗性質을 改良하는 데는 Naphthenic 系油로 油展한 고무가 좋다.

<表 18> Effect of oil type on treadwear of Solprene rubber blends

	Solprene 277/377	Solprene 275/375
Ratio	40/60	40/60
Oil type	HA	N
ISAF Carbon black	80	80
Oil, phr	50	50
Abrasion index	100	100

油展 Butadiene-styrene 共重合物인 Solprene 377은 SBR 1712와 같은 이들 溶液고무와 油展重合고무를 直接 比較한 것이다. 混合中 素練이 된다 하더라도 Solprene 377은 SBR 1712보다 Mooney 粘度가 높고 押出量은 많으나 收縮은 Solprene 377 고무보다 훨씬 적다.

本 연구소에는 同一量의 加黃劑를 두가지 고무에 모두 使用 하였다. 여기서 나타난 代表的인 性質은 SBR 1712에 比하여 Solprene 377의 Modulus는 거의 비슷하고 抗張力은 조금만 低下했을 뿐이고 Hysteresis 性質은 더욱 좋았다.

<表 19> Properties of Solprene 377 compared to SBR 1712

Rubber hydrocarbon	100
ISAF Carbon black, phr	70
Total oil, phr	40
Sulfur	2.0
Accelerator	1.3

Solprene 377 SBR 1712 Processing

Mooney, ML-4 at 212°F	60	54
Extrusion gr./min.	117	101
Rating (12 is best)	12	12
Shrinkage, %	36	54

Cured 30 minutes at 307°F

300% Modulus, psi	1130	1090
Tensile, psi	3230	3530
Elongation, %	650	67
△T, °F	65	67
Resilience	58	54
Shore A hardness	58	58

Butadiene-styrene 고무에서의와 같이 芳香族油의 混入量이 많으면 加工性は 더욱 좋아지고 發熱性은 Naphthenic 油 보다는 조금 높을 뿐이다.

磨耗性質에서 볼 때 <表 20> Naphthenic 油를 含有하고 있는 Solprene 油入고무와 高芳香族油(첫번째 서형) 또는 芳香族 Naphthenic 및 Paraffinic 油 油入고무(試驗 2) 사이에는 若干의 差異가 있다.

Naphthenic 油는 非汚染性 고무製品을 만들 때 使用하면 좋다.

20萬마일 以上の 走行試驗에서 Solprene 377의 平均磨耗性質은 SBR 1712을 100으로 하였을 때 102를 나타내었다.

豫想한 바와 같이 Solprene 377은 SBR과 같은 方法으로 Polybutadiene 고무와 混合해서 使用할 수 있다.

<表 20> Comparison of abrasion performance of Solprene and SBR OEP

Test No. 1				
	Oil ISAF black	Type	phr	Abrasion index
Solprene 377	70	Highly aromatic	40	100
Solprene 375	70	Naphthenic	40	100
SBR 1712	70	Highly aromatic	40	100
Test No. 2				
Solprene 377	80	Highly aromatic	54	102
So'prene 375	80	Naphthenic	54	103
Pilot plant OEP	80	Paraffinic	54	99
SBR 1714	80	Highly aromatic	54	100

<表 21> Treadwear performance of Solprene 377 in blends with Polybutadiene

	Test No. 1		Test No. 2	
	Solprene 377*	SBR 1712*	Solprene 377*	SBR 1712*
ISAF Carbon black	80	80	70	70
Highly aromatic oil	50	50	40	40
Abrasion index	102	100	104	100

*60/40 Blend with solprene 200

<表 21>의 試驗番號 1의 Data는 Solprene 混合物의 磨耗指數가 增加하고 있다는 것을 나타내고 있다. 試驗番號 2는 Solprene 377/200 混合 고무가 SBR 1712/Solprene 200 混合고무 보다 性質이 더 優秀하다는 것을 나타내고 있다. 이와 같은 고무의 混合物는 磨耗 및 龜裂抵抗性이 SBR 1712 보다 훨씬 더 좋다.

Skid 및 Traction

強力한 엔진이 開發됨에 따라 보다 빠른 加速 및 前進速度로 自動車를 運行하게 되었으므로 타이어의 Skid 및 Traction(索引) 抵抗이 대단히 重要하게 되었다. 오늘날 Black 및 Oil의 含量이 70/40 또는 그 以上の 乘用車타이어의 Tread 고무는 過去에 使用해 왔던 것 보다 적은 量 및 Oil로 얻었던 結果 보다 더 좋은 Skid 및 Traction 性質을 가지고 있다. <表 22>의 Data는 Solprene 고무가 아스팔트, 콘크리트 또는 平滑한 Praction 서멘트로 된 콘크리트 道路上에서의 Skid 및 Traction 性質이 SBR의 어느 型에도 비슷하다는 것을 나타내는 것이다.

<表 22> Skid and Traction

Polymer	Skid and Traction					
	Solprene 377	SBR 1712	SBR 1204	SBR 1500	SBR 277	SBR 1714
Carbon black, phr	70	70	50	50	70	70
Oil, phr	40	40	10	10	40	40

Dynamic traction

Portland cement concrete*	96	100	96	100	85	100
Asphaltic concrete	95	100	100	100	104	100

Skid resistance

Portland cement concrete*	94	100	106	100	92	100
Asphaltic concrete	99	100	95	100	101	100

*polished surface

結 論

지금까지 論述한 Solprene 고무는 適切히 使用하기 만 하면 加工 및 物理的 性質이 優秀한 타이어를 만들 수 있는 利點이 있다는 것을 알았다. 이 고무를 使用하면 Banbury에 依한 生産高(作業量)를 올릴 수 있고 押出이 平滑해지고 收縮은 적어진다. 이 고무는 Carbon black의 構造, 使用하는 기름의 種類 및 加黃等에 있어서 다른 고무와 거의 같은 方法으로 敏感할 것이다. 多量의 Black 및 기름에 對한 耐性이 優秀하다. Solprene 고무는 이들 고무의 長點인 高純度, 特別한 構造 및 보다 優秀한 性質들을 利用해서 配合加工하기 만 하면 現在 使用中인 SBR 고무 보다 훨씬 優秀한 性質의 고무製品을 만들 수 있는 特性을 가지고 있다.

國際短信

◎ 美國 : 1967 年度 고무 消費量 減少

美國고무製造業者協會(RMA)의 發表에 依하면 美國의 타이어生産業界 및 其他고무製品生産業界의 1967 年度 고무消費量은 1966 年の水準에 比하여 4%의 減少現象을 보였다. 1967 年 12 月中의 消費量 187 千噸을 合하여 昨年 12 個月間의 總消費量은 2,129 千噸에 達했다.

總고무消費量中 合成고무가 占有한 比重은 1966 年 보다 2.13%가 減少한 76.59% 이며 數量으로는 1,631 千噸에 達했다.

同 工業界는 지난 12 月中의 消費量 44 千噸을 包含하여 昨年度에 498 千噸의 天然고무를 使用하였다. 天然고무의 使用量은 前年度水準으로부터 約 10%의 減少를 나타내었다. 再生고무의 消費도 또한 1966 年度의水準으로부터 8.9%의 下 落을 보였다.

昨年度 再生고무의 總消費量은 12 月中의 使用量 23 千噸을 包含하여 總 241 千噸에 達했다.

한편 美國鑛業局의 發表에 依하면 1967 年 4/4 分期의 카아본블랙出荷量은 1966 年 同期 보다 8.1%가 增加한 727.3 百萬 lbs 에 達했다 한다.

그중 ISAF 카아본블랙의 生産量은 550 萬 lbs 程度이며 1970 年에는 600 萬 lbs 에 達할 것이라 한다.