

## Alfin Rubber로 만든 타이어 트레드의 物性

金 鍾 爽\*

### < 序 言 >

SBR 또는 천연고무로 製造된 tire tread와 性質이 비슷하거나 또는 보다 좋은 性質을 나타내는 Alfin rubber tire tread는 polymer의 獨特한 性質을 參酌하는 데서 混合이 될 수 있으며 4가지의 다른 變化는 oil-extended等級에 따라서 一般적으로 變할 可能性이 있다.

Alfin rubber는 Alfin 觸媒를 使用하는 溶液重合方法에 依해서 主原料가 되는 butadiene과 styrene 또는 isoprene으로서 共重合을 이루는 合成고무이다.

Alfin 觸媒組織은 Morto에 依해서 發見되고 開發되었는데 2次大戰 當時에 있었던 co-workers는 sodium alkyl, 보통 sodium allyl, sodium alkoxide, sodium isopropoxide, sodium chloride로서 이루어져 있다. 이와 같이 얻어진 Alfin rubber는 分子量의 範圍가 자그만치 5,000,000부터 10,000,000까지 또는 그 이상의 높은 分子量을 갖게 되고 그 이외에 또 다른 工程을 갖게 되므로 고무가 工業製品이 되기 爲해서는 더 많은 時日을 要하지 않으면 안되게 되었다. 다음에 말하고자 하는 Harry Greenberg and Virgil L. Hansley氏는 National Distillers and Chemical Corp.에서 勤務하고 있는데 그들은 Alfin 觸媒만으로서도 dihydroaromatics를 使用해서 300,000程度의 分子量을 갖는 polymer를 만드는 것이 可能하다는 것을 發見하였다. 특히 分子量調節에 効能이 있다고 發見된 1,4-dihydro-naphthalene에서는 더 可能하다. 分子量이 調節된 Alfin

rubber (分子量 範圍 200,000~300,000)가 tire tread stock로 配合될 때 mill에서 좋은 性質을 갖도록 調節할 수 있다는 것도 發見되었다.

그 후 National Distillers는 용량 100 pounds의 pilot plant를 設置하고 거기서 얻어지는 기본 데이터로서 工業用商品으로서 活用할 수 있도록 可動하고 착상할 수 있겠음 準備를 갖췄다.

1968년에 日本 Alfin Rubber Co.는 공예학의 자격증을 얻어서 National Distillers의 빈틈없는 判斷아래 世界最初의 工業用品을 年間 30,000ton의 예정된 용량을 이루어 놓았고, 1970년 4월에는 實際作業에 着手하게 되었다.

Tire tread와 工業製品을 대단히 많이 生産하는 工場이 登場함에 따라 SBR을 使用하는 대신 Alfin rubber로 대치 使用하게 되었다. Alfin rubber로 만든 生産品은 普通 SBR로서 만든 生産品과 比較해볼 때 그 品質은 비슷하거나 또는 더 良好하다는 것이 證明되었으며 특히 乘用車 tire tread에 있어서는 Alfin rubber가 SBR보다 더 좋은 結果를 나타내고 있으며 트럭 tire tread로 使用될 때에는 Alfin rubber가 천연고무에 못지않은 좋은 性質로 使用되게 되는 것이다. 이제 Alfin rubber의 性質을 살펴보기로 하자.

### 1. 物理的 性質

Alfin rubber의 基本 物理的 性質은 試驗室에서 試驗한 結果 다음 Table 1과 2에 表示된 바와 같다.

Table 1. Properties of Oil-Extended Alfin Rubber

OE Polymer	137.5	Sunoco Anticheck wax <sup>11)</sup>	2.0
Zinc oxide	5.0	ISAF	75.0
Stearic acid	3.0	Sundex 790 <sup>12)</sup>	12.5
Santoflex AW <sup>10)</sup>	2.0	Accel. CZ <sup>13)</sup>	1.5
PBN <sup>9)</sup>	1.0	Sulfur	2.5

\* 國立工業研究所 고무研究室

Polymer	AR 2740 <sup>1</sup>	AR 2719 <sup>2</sup>	AR 1730 <sup>3</sup>	AR 1710 <sup>4</sup>	SB R1712
Unvulcanizate					
Mooney scorch(257°F), $t_3$	26'24''	25'12''	25'04''	24'37''	26'42''
Compound Mooney(212°F), $ML_{1+4}$	47.0	49.0	48.8	47.9	38.4
Green strength, kg/cm <sup>2</sup>	11	26	13	28	3
psi	156	370	185	400	43
Vulcanizate(Cure 293°F)					
300%, Modulus kg/cm <sup>2</sup> , 40'	89	77	80	92	107
psi	1,260	1,090	1,140	1,310	1,520
Tensile strength, kg/cm <sup>2</sup> , 40'	172	198	197	195	194
psi	2,240	2,810	2,800	2,770	2,760
Elongation, %, 40'	490	550	600	520	510
Hardness, 40'	55	54	54	55	60
Tear resistance, kg/cm, 40'	51	54	55	58	59
lb/in	290	300	305	325	330
Permanent set, %, 40'	4.1	9.4	6.9	6.9	8.1
Compression set <sup>5</sup> , %, 40'	21.1	22.5	22.7	17.3	21.7
Rebound, Lüpke, %, 40'	45.3	46.8	39.8	45.8	36.2
Resistance to cut growth <sup>6</sup> , KC, 40'	24	34	40	33	21
Abrasion loss <sup>7</sup> , cc, 40'	0.119	0.123	0.093	0.118	0.103
Heat build up <sup>8</sup> , °C, 40'	29.0	31.8	28.0	28.5	28.5
°F	52.2	57.3	50.4	51.3	51.3
Aged (% of Unaged)					
M300	123	139	132	134	118
$T_B$	100	99	99	106	99
$E_B$	86	84	85	89	86
$H_S$ (point up)	7	7	6	5	4

- (1) Alfin rubber 80/20 B/I, Sundex 790, 37.5 PHR OE
- (2) Alfin rubber 95/5 B/I, Sundex 790, 37.5 PHR OE
- (3) Alfin rubber 85/15 B/S, Sundex 790, 37.5 PHR OE
- (4) Alfin rubber 95/5 B/S Sundex 790, 37.5 PHR OE
- (5) 70°C/22hr
- (6) De Mattia, at 2mm-15mm cut growth
- (7) Akron Abrasion Tester, 6lbs/1,000 rpm
- (8) Goodrich Flexometer, 24 lbs/0.175 in/1,800 rpm/100°F/25min.
- (9) Phenyl- $\beta$ -naphthylamine
- (10) 6-ethoxy-2, 2, 4-trimethyl-1, 2-dihydroquinoline
- (11) Sunproof agent, Sun Oil Co.
- (12) Aromatic process oil, Sun Oil Co.
- (13) N-cyclohexyl-2-benzothiazyl sulfenamide

Roll mixing: ASTM D-15-62, Roll temp: Alfin rubber 90°C, SBR 1712 50°C.

Table 2. Properties of Non Oil-Extended Rubber

Polymer	100.0	Sunoco Anticheck wax <sup>10</sup>	2.0
Zinc oxide	5.0	ISAF	65.0
Stearic acid	3.0	Sundex 790 <sup>11</sup>	30.0
Age Rite Powder <sup>8</sup>	1.0	Accel. CZ <sup>12</sup>	1.5
Age Rite Resin D <sup>9</sup>	2.0	Sufur	2.5

Polymer	AR 1530 <sup>1</sup>	AR 2540 <sup>2</sup>	SBR 1500	Cis-BR	RSS No. 1
<b>Unvulcanizate</b>					
Mooney Scorch(257°F), $t_5$	29'55''	25'38''	38'25''	27'19''	23'43''
$t_{\Delta 30}$	2'38''	2'20''	4'40''	2'51''	1'48''
Compound Mooney(212°F), $ML_{1+4}$	43.7	45.3	43.6	44.7	34.3
Green strength, kg/cm <sup>2</sup>	10.5	7.2	2.4	1.5	8.2
psi	149	102	34	21	116
<b>Vulcanizate (Cure: 293°F)</b>					
300% Modulus, kg/cm <sup>2</sup> , 40'	101	102	113	129	122
psi	1430	1450	1600	1830	1720
Tensile strength, kg/cm <sup>2</sup> , 40'	195	174	200	155	210
psi	2770	2470	2840	2200	2980
Elongation, %, 40'	500	440	490	360	460
Hardness, 40'	60	60	64	63	65
Tear resistance, kg/cm, 40'	64	49	56	36	117
lb/in	360	275	315	200	660
Permanent set, %, 40'	7.0	3.9	6.8	2.7	10.5
Compression set <sup>3</sup> , %, 40'	21.5	20.5	20.4	13.4	21.1
Rebound, Lüpke, %, 40'	33	43	31	56	38
Resistance to cut growth <sup>4</sup> , mm, 40'	5.0	5.9	8.0	3.8	2.5
Abrasion loss <sup>5</sup> , cc, 40'	0.168	0.152	0.190	0.092	0.212
Heat build up <sup>6</sup> , °C, 40'	31.5	29.0	25.2	18.5	19.2
°F	56.7	52.2	45.3	33.3	34.6
Low-temp. brittleness <sup>7</sup> , °C, 40'	-60	-66	-55	-70	-70

(1) Alfin rubber B/S 85/15

(2) Alfin rubber B/I 80/20

(3) 70°C, 22hr

(4) De Mattia, 10KC

(5) Akron Abrasion Tester 6 lbs, 1,000rpm

(6) Goorich Flexometer, 24lbs/0.175 in/1800 rpm/100°F/25min

(7) ASTM D-746

(8) Phenyl-β-naphtdylamine

(9) Polymerized trimethyl dihydroquinoline

(10) Sun-proof agent, Sun Oil Co.

(11) Aromatic process oil, Sun Oil Co.

(12) Cyclohexyl-benzothiazyl-sulfenamide

Banbury mixing; 9 min

Alfin rubber의 4가지의變化는 混合物 成分의 比率과 같이 2次的인 成分을 爲해 styrene 이나 isoprene 을 使用하는데 따라서 달라질 수가 있다. polymer

에 3.75phr의 芳香族 oil을 첨가해서 만든 oil-extended Alfin rubber는 Table 3에 表示된 바와 같이 4種類로 區分되며 mooney viscosity ML-4 (100°C)는 4가지

Table 3. Coded Number of Alfin Rubbers

Product No.	Type	Constituent
AR 1510	butadiene-styrene copolymer	B/S 95/5
AR 1710	butadiene-styrene copolymer	B/S 95/5 oil-extended
AR 1530	butadiene-styrene copolymer	B/S 85/15
AR 1730	butadiene-styrene copolymer	B/S 85/15 oil-extended
AR 2510	butadiene-isoprene copolymer	B/I 95/5
AR 2710	butadiene-isoprene copolymer	B/I 95/5 oil-extended
AR 2540	butadiene-isoprene copolymer	B/I 80/20
AR 2740	butadiene-isoprene copolymer	B/I 80/20 oil-extended

Note: Oil extended rubber: aromatic extender oil 37.5phr

형태에서 모두 50으로 측정됐다.

특히 Table 1과 2에서 나타난 바와 같이--未加黃된 Alfin rubber의 mooney scorch現象은 SBR보다 더 빠르게 나타난 것이며 cis-poly-butadiene과는 같은現象으로 되어 있다는 것은注目할만한事實이다. 그리고 前者의 green strength가 後者の 것보다 대단히 높아지는 동안에 Alfin rubber의 mooney viscosity는 SBR보다 顯著하게 높아지며 加黃된 Alfin rubber는 硬度가 SBR보다 낮고 또한 300% modulus역시 낮게 나타나고 있으며 Alfin rubber에 있어서 더 높은 heat build-up은 Goodrich Flexometer에서 觀察되었다. 이런 物理的인 性質로서 判斷한다면 flex cracking을 除外하게 되면 SBR이 Alfin rubber보다 더 優秀하다고 생각된다. 이런 結果로 因하여 Alfin rubber로 만들어진 tire tread는 SBR과 天然고무로 만들어진 것보다 品質이 좋지 않게 생각되나 實際 Alfin rubber로 製造된 tire로 수차례 走行試驗을 하여본 結果 그 品質은 天然고무의 性質과 同等하거나 또는 SBR보다도 더 좋은 性質을 나타낸다는 것이 證明되었다. 이러한 事實은 試驗室에서 얻은 物理的인 試驗結果가 實際 Alfin rubber로 만들어진 tread와는 全的으로 연관성이 있다고 볼수 없으며 試驗室에서 얻어진 摩耗 데이터와 Alfin tire tread의 摩耗抵抗을 試驗한 것을 比較해 볼 때 이들은 같은 結果를 나타내고 있음을 알수 있고 모든 摩耗試驗方法은 Akron, Pico와 William와 같은 機構를 사용했으며 마모 데이터는 實際 Alfin tire의 摩耗抵抗과 關連이 없다.

## 2. 結晶性的 構造

Alfin rubber의 特徵 몇가지는 赤外線分析과 X-Ray分析에 依해서 나타난 바와 같이 結晶性인 性質을 가졌고 고무 구조 사이에서 40°C와 90°C 사이에 새로운 現象이 나타난다는 것이 特異할만 하다. 이것은 一般的인 目的으로 利用되는 고무로서 이루어진 유액 SBR와 polybutadiene과 용액 SBR의 무정형과는 다른 正反對되는 性質로서 Alfin rubber만이 갖는 特殊한 性質이며 그 結晶性은 큰 分子量과 mooney viscosity에 依해서 증진되어지고 分子量이라든가 또는 mooney viscosity가 減少되면 Alfin rubber는 結晶性이 적어지고 SBR에 가까운 고무가 된다. 또한 結晶과 關係되는 性質은 Alfin rubber는 常溫에서 대단히 딱딱하며 絶대로 흐르는 性質이 없는것이고 Alfin rubber의 堅固性은 天然고무보다 훨씬 良好하다.

그러므로 Alfin rubber compound의 mooney viscosity는 모든 고무中에서 green strength가 가장 큰 關係로 더 높아질 憂慮가 있으며 이것은 이 새로운 고무의 가

장 잘 나타난 特徵의 하나이다. 그러나 이러한 性質들은 40°C보다 낮은 溫度에서의 open roll에서는 加工性이 좋지 않으며 Alfin rubber의 分子量이 적으면 적을수록 柔軟性은 점점 增大하여지고 mooney viscosity는 점점 減少된다. 그런 結果로 Alfin rubber tire tread의 優秀한 性質인 wear rating, cut growth resistance 등과 같은 性質을 잃게 된다. 既述된 이와같은 理由로 因하여 Alfin rubber의 特性은 높은 分子量과 mooney viscosity를 必要로 하는데에 最上級으로 利用될 수가 있으며 고무의 理論的인 堅固性은 대략 40°C 정도로 熱을 받게 되면 약간 부드러운 狀態가 되나 完全이 부드러운 性質을 가지려면 約 90°C 이상으로 溫度를 높여주면 되고 이 온도 정도에서 비로서 emulsion SBR와 거의 비슷한 加工性을 갖는 Alfin rubber로 된다. mooney viscosity (e.g., ML-4:50)가 같은 Alfin rubber와 emulsion SBR이 toluene에서 溶解되지 않는다면 Alfin rubber로 因해 생기는 정도는 SBR보다 6~7이 더 높다는 것을 알수 있는데 이것은 Alfin rubber가 SBR보다 더 큰 分子로 이루어져 있다는 가설을 뒷 받침해 주고 있는 것 같으며 赤外線에 依해 나타난 바에 依할것 같으면 Alfin rubber의 微細한 構造의 데이터는 70%의 1,4-trans와 30%의 1,2-vinyl로 되어있고 1,4-cis는 거의 없는 狀態로 되어있다. 乘用車 tire tread로서 使用될 때 Alfin rubber의 wear rating은 Fig. 1에 表示된 바와 같다.

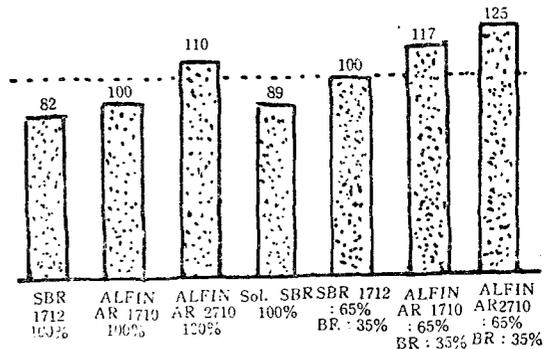


Fig. 1 Passenger car tire tread의 wear rating.

試驗條件은 速度가 60~70m. p. h; vehicle mile 은 12,000; 하중은 1,380lbs/tire; rotation은 各車에 있어서는 每 1,000 마일이고 車들 사이에는 每 4,000 마일이며 tire size는 8.25-14, 플라이수는 4-ply rayon rating이다.

美國에서는 이런 試驗은 부수적으로 自動車試驗센터에서 行하여지고 있는 實情이다. 混合物의 成分은 polymer 137.5, ISAF carbon black 75, process oil 12.5, ZnO 5, stearic acid 3, Sunoflex AW 2, Santocure NS 1.4 그리고 sulfur 2.3이다. Alfin rubber로서 cis-polybutadiene을 混合하며는 마모율을 向上시키고 cis-polybutadiene의 比率이 높으면 높을수록 tread의 마모율은 더 높아진다. 그러나 SBR은 SBR 100일때 같은마모율에 대해서 나타난 結果와 같이 Alfin rubber의 높은 摩耗率을 除去시키므로 emulsion SBR을 混合하는 것은 그다지 바람직한 것이 못되며 Sample tire의 견인력은 마찰계수 0.5로서 젖은 아스팔트 路面에서 시험한다는 것이 대단히 重要하다는 것이 인정됐고 그 結果는 Fig. 2에 表示된 바와 같다.

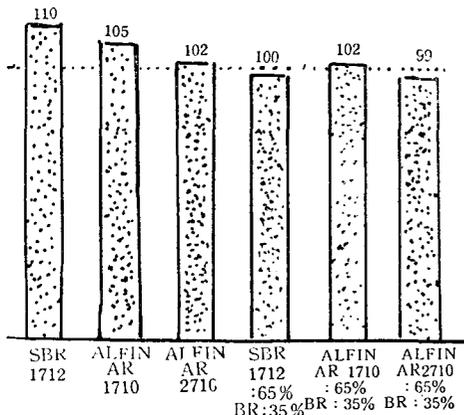
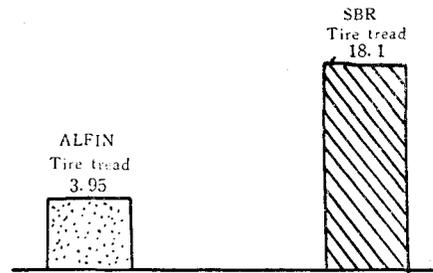


Fig. 2. Traction ratings of passenger car tire tread

牽引力의 平均은 動的인 牽引力, 靜的인 牽引力, J-turn 과 braking 에서 各各의 平均을 산술평균치로 表示되고 있다. (정지 상태를 떠난 감속율에서) tire를 爲한 cut growth 試驗은 室內에 裝置된 drum에 依해서 行해지며 그 結果는 Fig. 3에 나타나 있고 여기에 나타난 것을 볼것 같으면 같은 tire에 있어서의 주행시험 마모율과 시험실에서 나타난 物理的 性質이 表示되고 있으며 SBR과 比較해 볼때 Alfin rubber는 引張強度, 300% modulus 및 硬度가 SBR보다 낮은 수치를 보이나 cut growth resistance는 Alfin rubber가 SBR보다 더 높다는 事實이 나타나고 있다.

Alfin rubber로 製造된 truck tire tread (size:10.00)

Indoor cut growth on tread (inch) (1230 lb/tire)



Recipe

AR 1510	100	SBR 1500	100
ISAF	65	ISAF	65
Aromatic oil	30	Aromaticoil	30
ZnO	3	ZnO	3
Stearic acid	1	Stearic acid.	1
Sulfur	2.4	Sulfur	2.4
Autocure NS	1.6	Autocure NS	1.35

Wear Rating

Size: 7.75-14 120	100
Fleet: 12,000 Miles (122 Miles/Mil Loss)	(108 Miles/Mil Loss)
1,085 lb/Tire	
60 MPH	
Laboratory physical property (cure: 300°F, 45min)	
300% Modulus (psi)	1420   1800
Tensile strength (psi)	2800   3000
Elongation (%)	500   440
Shore(A) Hardness	60   62

Fig. 3 Cut growth of passenger car tire tread —

20)가 走行試驗에 基本이 되는 마모율을 爲해 美國 自動車試驗센터에서 시험한 結果가 Fig. 4에 표시되고 있다.

Test site: ARA(San Antonio) Size 10.00-20, pattern: lag

Truck: 1 Trailer with 5 ALFIN Tire and 5 Control Tires

Milage: 20,000 Miles

Speed: 60 MPH

Load: 5,000lb/Tire

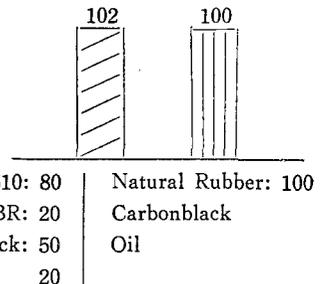


Fig. 4 Wear rating of truck tire made of Alfin rubber

AR 1510: 80	Natural Rubber: 100
Sol. SBR: 20	Carbonblack
Carbon Black: 50	Oil
Oil: 20	

Alfin tread의 고무成分은 Alfin AR 1510 80%와 solution SBR 20%로 되어있고 control tire는 천연고무 100%로 되어있다. 또한 Follow-up driving 시험은 10개의 바퀴로 장비되고 4개의 tank를 가진 화물차들의 driving axle (각각 2개씩)에 設置된 같은 Alfin tire와 control tire로서 Tokyo에서 行해지고 있고 tire마다 荷重은 4500 lbs이고 速度는 40mph이다. 여기서 test vehicle은 105에서 Alfin tire의 平均摩耗率로서 3,000마일을 上廻하고 있고 천연고무 tire보다 훨씬 더 좋은 수치를 나타내고 있다. 또한 80%의 Alfin에다 20%의 cis-polybutadiene을 加한 truck tire (10.00-20) 이외에 여러 種類의 tire가 現在 Tokyo의 道路에서 試驗이 行해지고 있고 그 比較는 100%로된 천연고무 control tire와 對照하게 된다. 이 試驗은 10개의 바퀴와 1개의 tank를 가진 화물차로서 行해지고 여기에는 2개의 Alfin tire와 또다른 2개의 control tire가 장비된 driving axle로 되어있고 각 tire마다 荷重은 4,500lbs이고 速度는 40mph로 調節되고 30,000 mile에 到達하면 摩耗率은 103이된다. 이 3가지 시험에서 注目할 만한 것은 chipping이라든가 chunking open tread splicing 및 tread separation과 같은 tire tread의 傷處가 發生하지 않았다는 것이고 crack와 cut의 平均은 Alfin과 control tire 양쪽에서 관찰되었는데 그 어느 쪽도 cut growth가 發生하지 않았다.

荷重이 6,600 lbs/tire 72時間동안 走行하고 shoulder의 1.22" 깊이에서 上昇된 溫度가 131°C인 tire가 drum test에 依할것 같으면 이런 tire의 大部分이 天

然고무로 製造된 것이고 이 溫度上昇은 Goodrich Flexometer에 의해서 決定된 바와같이 Alfin rubber의 heat build-up과는 相互關係가 없다는 것이다. 95%의 butadiene과 5%의 styrene으로 된 oil extended Alfin rubber AR 1710을 使用하면 높은 摩耗率을 나타내고 여러면에서 生産原價가 低廉하며 carbon black의 量으로 인한 影響과 乘用車 tire tread의 摩耗率과 關係가 있는 oil 量은 道路試驗에 의해서 決定되어지며 SBR과 比較해 볼것 같으면 Alfin rubber는 같은 量의 carbon black과 oil로서 混合되었으며 더 높은 mooney viscosity를 나타내나 硬度和 300% modulus는 상당히 낮은 것이다.

이러한 物理的인 性質은 摩耗率과 것은 아스팔트에서의 牽引力과는 直接的인 關係는 없으며 carbon black과 oil의 量이 많으면 많을수록 經濟的으로 負擔이 커진다. 130phr의 carbon black과 100phr의 oil 量으로서 Alfin rubber의 混合은 좋은 加工性을 갖는다는 것을 알수 있게 됐다. 여기서 注目할만한 것은 Alfin polymer 100%, carbon black(HS-HAF) 80~85%, oil의 全體量 55~60%로된 Alfin 混合의 摩耗率은 SBR 100%, carbon black(HS-HAF) 60~65%, oil의 全體量 37.5~40%로된 SBR 1712의 混合과 거의 비슷한 성질로 된다는 것이 判明했으며 cis-polybutadiene으로 混合된 Alfin rubber의 tread의 成分은 그와 反對된 cis-polybutadiene으로된 SBR 1712로 混合된 tread成分과 거의 비슷한 현상을 나타내며 Alfin tread에 있어서는 carbon을 많이 넣어도 cut growth resistance는 더 좋아지는 경향이

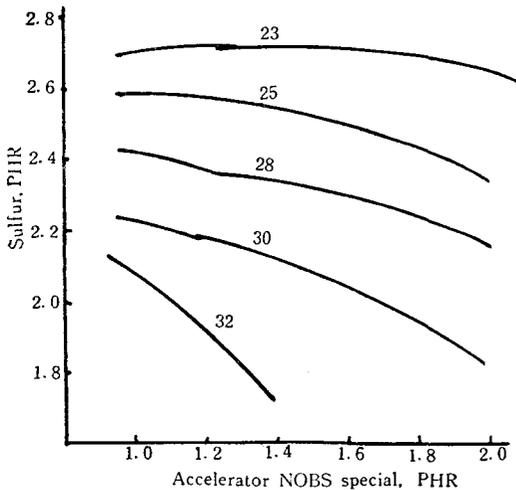


Fig. 5 Scorch  $t_2$ , min.  $t_5$  min @ 275°F of Alfin rubber loaded with HS-HAF 85 phr

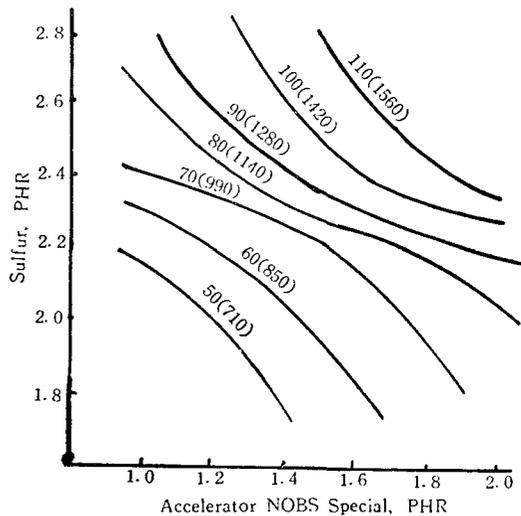


Fig. 6 Modulus @ 300% kg/cm<sup>2</sup>(psi) Alfin rubber loaded with HS-HAF 85 phr

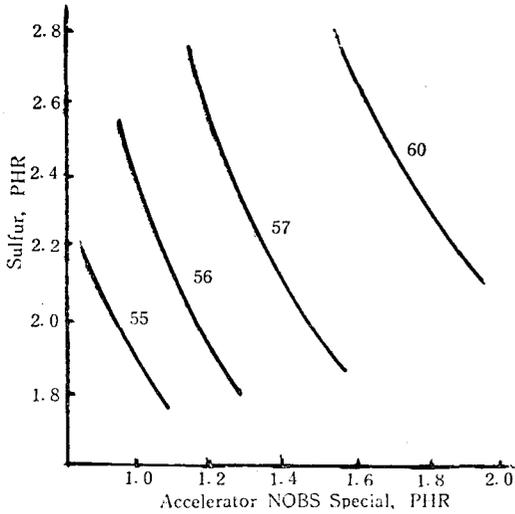


Fig. 7 Hardness of Alfin rubber loaded with HS-HAF 85 phr

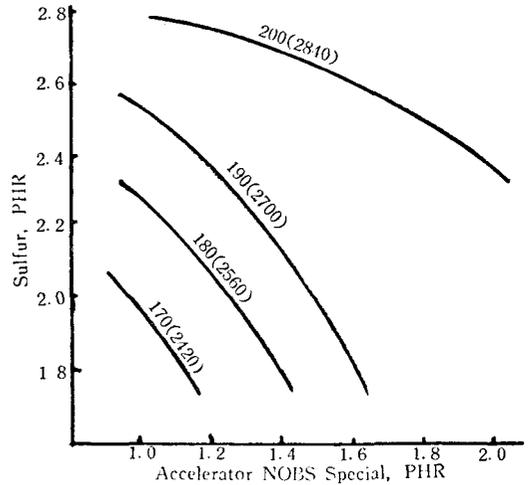


Fig. 8 Tensile strength kg/cm<sup>2</sup>(psi) of Alfin rubber loaded with HS-HAF 85 phr

있다.

### 3. 交替製法方案

같은 sample tire 의 또 다른 set는 Alfin rubber 100%, carbon black 100%, oil 全體量 75% 로 되어지는 것과 또 다른 하나는 Alfin 100%, carbon black 130%, oil 全體量 100% 成分으로 製造되어지는 것인데 이들 tire 시험은 시장에서 認定할수 있는 充分한 摩耗率을 갖고 있다는것이 判明되었고 그 以外에 tread separation, open tread splicing, chipping, cracking 과 같은 이상이 없다는 것이고 또 한편으로는 carbon black 과 oil 量이 增加하면 增加할수록 젖은 아스팔트에서의 牽引力은 增

加하고 또 安全하게 하기 爲해서는 높은 荷重을 가진 Alfin rubber tire 가 대단히 매력적이다. Alfin polymer 65%, cis-polybutadiene 35%, carbon black 100% 및 oil 量 70% 로된 또 다른 試驗成分을 考察해볼 것 같으면 Alfin tire 는 製造業界에서 効能있는 tire 로서 또 第1級에 屬하는 가장 좋은 tire 로서 生産되어질 수 있다는 事實이 確實시 되었다.

### 4. 配合藥品의 影響

아래 事項은 tire tread 의 混合方法을 決定짓는 요구치이다.

(a) Compound mooney ML-4 60 max.

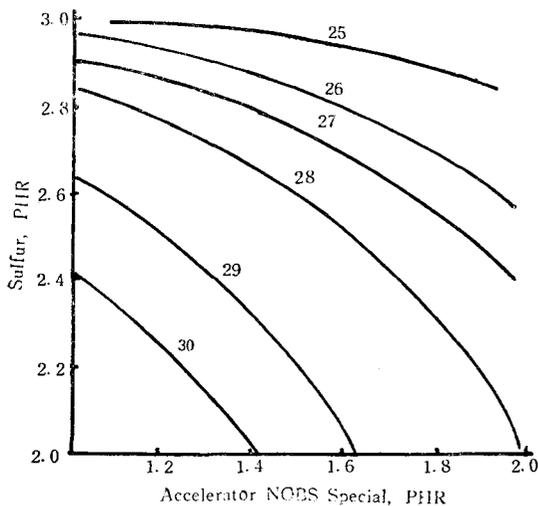


Fig. 9 Scorch time  $t_5$  min @ 275°F of Alfin rubber loaded with HS-HAF 100 phr

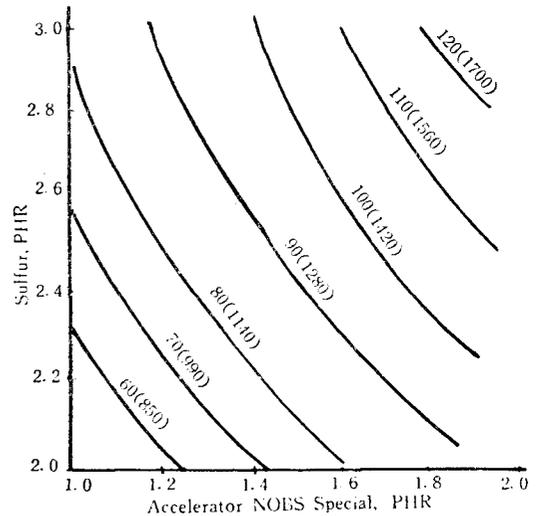


Fig. 10 Modulus @ 300% kg/cm<sup>2</sup>(psi) of Alfin rubber loaded with HS-HAF 100 phr

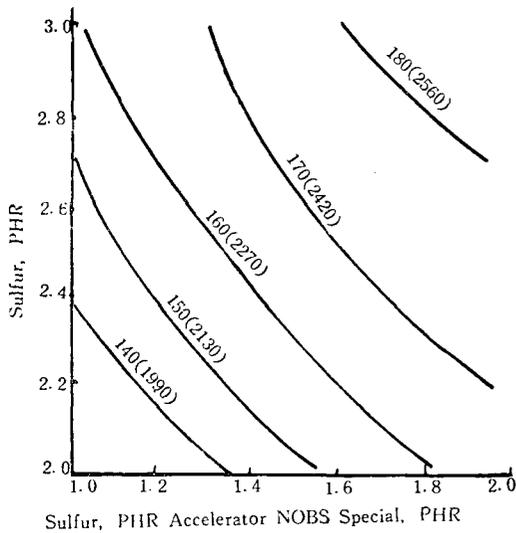


Fig. 11 Tensile strength, kg/cm<sup>2</sup>(psi) of Alfin rubber loaded with HS-HAF 100 phr

- (b) Shore A hardness 57~63
- (c) 300% modulus after cure 1100~1400 psi
- (d) Scorch(5pt. rise) 22~27 min.

一般적으로 carbon black 에全體 oil 量을 많이 添加할수록 mooney viscosity 는 점점 낮아지므로 mooney viscosity 가 60미만으로 要求될 때는全體 oil 量으로서 그限界를 定할 수가 있는 것이다. 萬一 配合藥品이 SBR 과 Alfin rubber 에서 同等하게 使用된다면 그 形成은 hardness 와 300% modulus 는 낮은 수치가 되며 위에 記述된 條件을 符合시키기 爲해서는 配合藥品의 量을 增加시키는 것이 必要하다.

Fig. 5 에서 8 까지는 配合藥品의 量에 따른 影響에

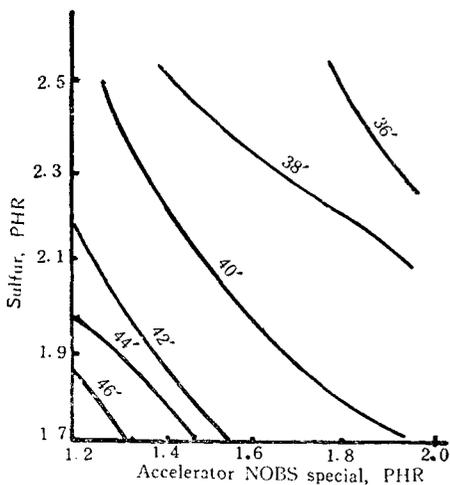


Fig. 13 Scorch time  $t_5$  min. @ 275°F of Alfin rubber loaded with HS-HAF 130 phr

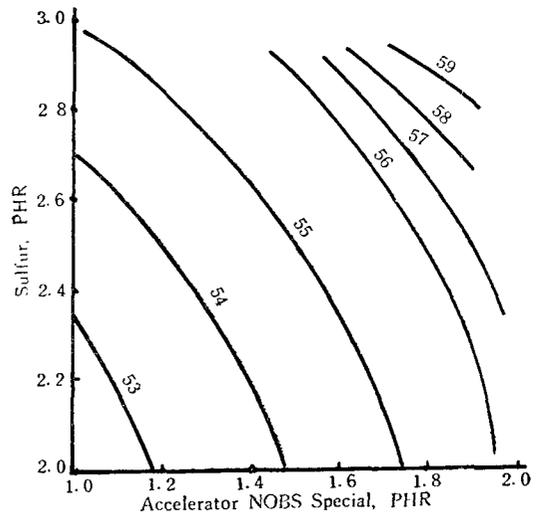


Fig. 12 Hardness of Alfin rubber loaded with HS-HAF 100 phr

어떤 結果를 가져오는가를 나타낸 것이다.

이 그림에서는 AR 1710 137.5, HS-HAF 85, Sundex 790 22.5, ZnO .5, stearic acid 3 및 antioxidant 1 에 對한 配合藥品이 여러가지로 變形된 結果를 表示하고 있으며 促進劑만 하드라도 NOBS 는 特別히 使用되고 있고 compound mooney viscosity ML-4 는 約 50 이 된다. 또 그림 9에서 12까지는 AR 1710 137.5, HS-HAF 100, Sundex 790 32.5, ZnO 5, stearic acid 3 과 antioxidant 1.5 에 對해 配合藥品이 여러모로 바뀐 상태를 나타내고 있고 compound mooney viscosity ML-4 는 約 50 이다.

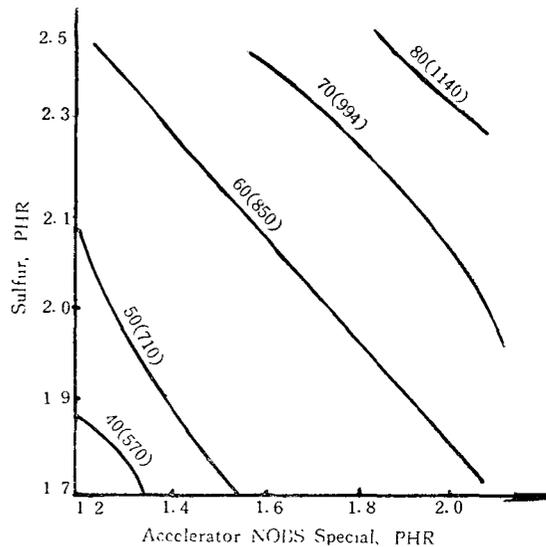


Fig. 14 300% modulus, kg/cm<sup>2</sup>(psi) of Alfin rubber loaded with HS-HAF 130 phr

그림 13에서 16까지는 AR 1710 137.5, HS-HAF 130, Sundex 790 62.5, ZnO 5, stearic acid 3 및 antioxidant 1에 대해 배합약품이 여러형태로 변화된 량으로 표시된 것이고 NOBS는 촉진제로 特別히 사용했으며 com-

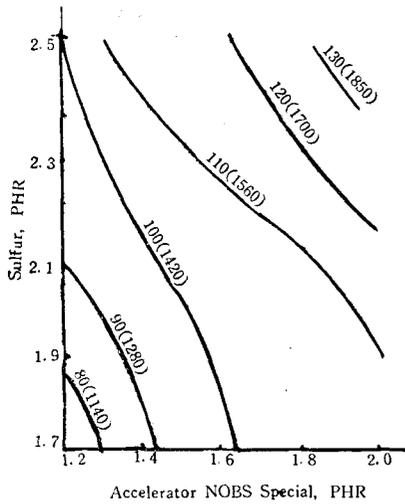


Fig. 15 Tensile strength, kg/cm<sup>2</sup>(psi) of Alfin rubber loaded, with HS-HAF 130 phr

tread rubber compound의 生産에 使用되는 첫 stage는 Banbury mixing이다. oil, sulfur 및 촉진제를 除外한 모든 성분요소를 混合하고 SBR과 똑같은 順序로 作業을 하게 되며 Banbury 速度는 普通 40rpm 정도로 높으며 oil, sulfur, 촉진제를 除外한 것을 처음에 添加하고 다음에 oil을 약 240°F(116°C)되는 溫度에서 添加한다.

Alfin rubber에 있어서 carbon black의 分散은 대단히 좋으며 作業溫度는 300°부터 330°F(149°에서 166°C)까지이며 그 이상을 결코 超過해서는 안된다. 그 作業過程이 끝난 후에 stock는 식혀져서 板狀으로 이루어지며 2次 mixing은 적어도 4時間 後에 하게된다. 2次 stage에 있어서 效率인 mixing은 Banbury에 依해서 左右되며 Bandury 速度는 20rpm으로 調節되며 sulfur와 촉진제가 添加되고 作業溫度는 220°F(104°C)를 超過해서는 안되며 open mill에서 2次 mixing을 行하는 것도 可能하나 이때 Alfin compound가 scorch될 憂慮가 있으므로 溫度調節을 하는데 注意를 要하지 않으면 안되고 向上된 能率과 warm-up의 必要性을 防止하는 關係로 압출은 2次 作業後에 즉시 시행해야 한다 一般的인 順序에 따른다면 back cement와 splice cement는 tube의 出口에서 strip을 물로 冷却시킨後에 適用된다는 것이다.

萬一 retread가 包含되어 있다면 cushion rubber가

pound mooney viscosity ML-4는 約 50으로 되었다. 높은 效率은 基本物質인 SBR을 使用해서 tire를 製造하는 業體로부터 考案된 現在の 裝備를 가지고 生産되는 Alfin tire로서 期待된다.

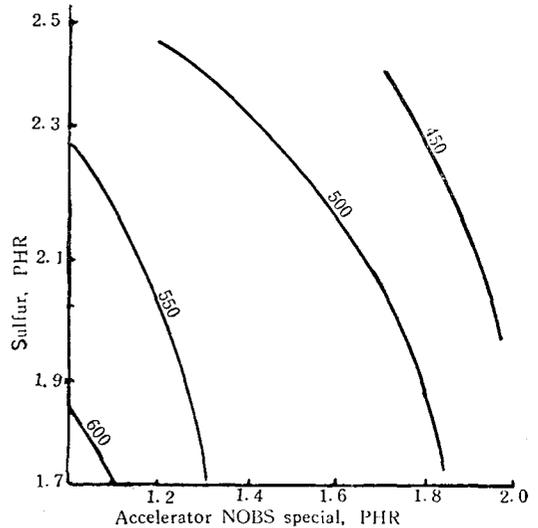


Fig. 16 Elongation (%) of Alfin rubber loaded with HS-HAF 130 phr

準備되어야하고 이 作業에서 利用된 back cement와 splice cement는 SBR compound로 적용된 것과 같은 것으로 될지도 모른다. Alfin tire를 製造하는 때는 普通 SBR tread rubber를 製造할 때와 마찬가지로 같은 機械와 工程을 利用할 수가 있으며 Alfin rubber는 SBR보다 약간 堅固한 關係로 Alfin rubber를 使用할 때는 冷却된 溫度에서는 미리 豫熱을 하여 어느정도 부드럽게한 後 作業을 行하는 것이 좋다.

### < 結 言 >

以上 既述된 Alfin rubber의 諸般性質을 SBR 및 天然고무와 比較한 結果를 대략 다음과 같이 생각할 수 있겠다.

① Alfin rubber는 Alfin 촉媒를 使用해서 butadiene과 styrene 또는 isoprene으로서 共重合을 이룬 合成 고무로서 分子量이 대단히 높다.

② Alfin rubber는 oil-extended等級에 따라서 4가지의 變化로 될수 있다.

③ Alfin rubber로 製造된 商品은 比較的 그 品質이 좋다. 特히 SBR로 製造된 乘用車 tire tread보다 Alfin rubber로 만든 tire tread가 더 좋고 天然고무로 만든 truck tire tread와 Alfin rubber로 製造된 트럭

118페이지에 계속

- 18). B. Vollmert, 참고문헌 15, p.44
- 19). C.S. Marvel and Moon, *J. Am. Chem. Soc.*, 62, 45 (1940)
- 20). P.J. Flory, *J. Polymer Sci.*, 2, 36 (1947)
- 21). M. Roha, *Advances in Polymer Sci.*, 1, 512 (1960)
- 22). A. Crawshaw and G.B. Butter, *J. Am. Chem. Soc.*, 80, 5464 (1958).  
G.B. Butler and R.J. Angelo, *J. Am., Soc.*, 79, 3128 (1957)
- 23). J.C. Bevington H.W. Melville and R.P. Taylor, *J. Polymer Sci.*, 14, 463 (1954)
- 24). T.G. Fox, J.B. Kinsinger, H.F. Mason and E.M. Schuele, *Polymer*, 3, 71 (1962)
- 25). P.J. Flory, *J. Am. Chem. Soc.*, 59, 241(1937)
- 26). B. Vollmert, 참고문헌 15, p.53
- 27). F.R. Mayo *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 3689 (1948)  
A. D. Stepukhovick and V.A. Ulitskii, *Vykoom olekul Sodin*, 3, 1341 (1961)
- 28). L.M. Arnett, *J. Am. Chem. Soc.*, 74, 2027 (1952)
- 29). G.V. Schulz and F. Blaschke, *Z. Physik. Chem.*, B51, 75(1942)
- 30). F.R. Mayo, R.A. Gregg and M.S. Matheson, *J. Am. Chem. Soc.*, 73, 1691 (1951)
- 31). G.V. Schulz and G. Harborth, *Z. Physik. Chem.*, 1, 106 (1947)

### 109페이지에서

타이어 트레드는 서로 비슷한 性質을 나타내고 있다.

④ 未加黃된 Alfin rubber 의 mooney scorch 現象은 SBR 보다 더 빠르게 나타나고 cis-polybutadiene 과는 같은 現象으로 나타나 있으며 mooney viscosity 역시 SBR 보다 낮다.

⑤ 加黃된 Alfin rubber 의 硬度 및 300% modulus는 SBR 보다 낮다.

⑥ Alfin rubber 의 一般의인 特徵은 結晶性인 性質을 가졌고 그 結晶性은 分子量과 mooney viscosity 에 依해 增進되고 結晶性이 작아지면 SBR 과 비슷한 고무가 되고 Alfin rubber 는 常溫에서 天然고무보다 더 堅固하다.

⑦ Alfin rubber 의 가장 適當한 混合比率는 Alfin polymer 100%, carbon black 130%, oil 100% 로서 좋은 性質을 가지나 Alfin polymer 100% carbon black 100%, oil 75% 로서도 良好한 性質을 나타내고 있으며 Alfin polymer 65%, cis-polybutadiene 35%, carbon black 100%, oil 70% 로도 第1級에 屬하는 가장 좋은 타이어가 된다.

⑧ 一般의으로 carbon black 에 oil 量을 많이 添加할 수록 mooney viscosity 는 점점 낮아지므로 oil 量으로 이를 調節한다.

⑨ Banbury mixing 作業에 있어서는 oil, sulfur 및 촉진제를 除外하고 모든 成分을 Banbury 速度 40rpm 程度에서 添加하고, oil 은 約 240°F(116°C)되는 溫度에서 添加하며 carbon black 의 分散은 Alfin rubber 에서 대단히 좋으며 作業溫度는 300°F 부터 330°F(149°C)에서 166°C)까지이며 그 이상을 超過해서는 안되고 2次 mixing 은 적어도 4時間後에 Banbury 速度 20rpm 에서 sulfur 와 촉진제를 添加시키는데 이때 溫度는 220°F (104°C)를 超過하지 말것이며 open mill 에서도 2次 mixing 은 可能하나 scorch 가 생길 憂慮가 있으므로 各別이 溫度調節에 神經을 쓰지 않으면 안된다.

⑩ Alfin rubber 는 比較的 常溫에서 天然고무보다 堅固한 關係로 이를 使用하려면 먼저 熱을 약간 加해 어느정도 부드러워진 다음에 作業을 始作하는 것이 좋다.

### 參 考 文 獻

- (1) Morton, A. A., et al., *J. Am. Chem. Soc.*, 68, 93(1946), 69, 160, 161, 172, 950, 1675(1947), and 71, 481, 487 (1949)
- (2) Greenberg, H., and Hansley, V. L., U. S. Pat., 3, 067, 187(1962) and U. S. Pat., 3, 223, 691(1965)