

# 고속 시대의 합성 고무 Alfin Rubber

본회 기술과장 우 용 상

## 1. 서 언

Alfin Rubber는 미국의 National Distillers & Chem. Corporation에 의해서 개발된 새로운 합성고무로서 자동차 타이어 및 일반 목적으로 사용될 경우 미할데 없는 특성을 가지고 있으므로 새로운 시대의 유래 없는 다목적 고무로서 고무 공업계의 주목을 끌게 되었다.

합성 고무계에 처음 등장하게 된 이 Alfin Rubber는 고속 시대에 적용되어야 할 합성고무의 요구조건인 마모와 스키드에 대한 고도의 내구성을 포함하는 여러 가지 특장을 가지고 있다.

## 2. Alfin Rubber의 특장

Alfin Rubber는 Alfin 측매에 의하여 합성된 고무로서 종래의 Stero 고무와 동일한 용액 중합법에 따라 제조되었다. 다만 Stero 고무는 Cis 1, 4를 주체로 한 microstructure를 가지고 있는데 비하여 Alfin Rubber는 65~70%의 trans-1, 4결합 20~30%의 Vinyl결합 및 5~10%의 Cis 1, 4결합으로 구성된 전혀 다른 형태의 구조를 가지고 있다.

이러한 이유 때문에 Alfin Rubber의 성질은 stero 고무에 비하여 특이하고 우수한 성능을 갖는다.

간단히 말해서 유액 중합 SBR의 특성에 polybutadiene의 특성을 혼합시킨 새로운 형태의 합성 고무라고 정의할 수 있겠다.

Alfin Rubber의 특장을 열거하면 다음과 같다.

### 가. 미가황고무의 특성

- 1) 고무분의 순도가 높다.
- 2) Gel을 포함하지 않는다.
- 3) 고 결정성이다.
- 4) 상온에서의 강성(Rigidity)이 강하며 cold flow는 전혀 일어나지 않는다.
- 5) 고 충전 배합이 가능하다.

고충전배합에서 물리적 성능이 저하되지 않으며 가공성의 관점에서 오히려 양호하다. 따라서 아주 경제적이다 하겠다.

6) 미가황 고무의 강도가 대단히 높다.

종래의 합성 고무와는 달리 Alfin Rubber의 미가황 고무의 강도는 천연고무를 능가한다. 그러므로 성형가공에 있어서 유리하다.

7) 가공성이 우수하다.

High Trans 구조를 포함하기 때문에 로울작업시에 약간 높은 온도가 필요하지만 이러한 온도에서의 가공성은 극히 우수하며 종래의 고무 가공 기계로서 만족할만한 가공이 가능하다.

8) 기타 고무와의 혼합이 용이하다.

천연 고무뿐만 아니라 SBR, polybutadiene 고무 등과 혼합이 용이하고 우수한 가공성과 물리적 성능을 발휘한다. 특히 polybutadiene 고무와의 혼합에 있어서 현저하다.

### 나. 가황 고무의 특장

1) 일반 물리적 성능이 우수하다.

카아본 블랙 배합에 있어서 SBR과 polybutadiene 고무의 중간치를 갖는 기계적인 강도를 나타내지만 (Styrene계 공중합체는 SBR에 가까운 수치를 나타낸다.) 신장율은 비교적 크다. 또한 백색 충전제의 배합의 경우 일반적인 성능은 신장 및 인장 강도에서 SBR을 능가하며 특히 활성 탄산칼슘에 의해서 나타나는 보강효과는 Alfin 고무에서 현저하다.

2) 굴곡균열 저항이 우수하다.

기타 고무에서 발견되지 않는 성능은 굴곡균열 저항 성능이며 천연고무에 필적할만하다.

3) 내마모성의 우수

우수한 내마모성을 발휘하며 특히 Isoprene을 포함하는 종류가 특히 우수한 특성을 보여준다.

4) 우수한 slip 저항성

Alfin 고무의 skid 저항은 높다. 이 성능은 자동차 타이어의 실차 주행시험 (Actual Running Test)에 의해서 입증되었다. 우수한 내마모성과 같은 자동차 타이어용 원자재로서 가져야 할 대단히 중요한 성능들을 겸비하고 있다.

5) 내외상성(cuts and scratches)의 우수성

타이어용 자재로서 사용되는 경우 Chipping Cutting 등

의 외상에 대해서 강한 저항성을 나타내고 있음이 입증되었다. 더욱이 내열성 성장성은 대단히 좋아서 타이어 이외의 용도에도 특수한 성능이 기대되고 있다.

이상에서 일반용 고무에서처럼 특히 현저한 성능을 얻거하였는데 유화 중합 SBR 및 polybutadiene 고무의 특성을 둘다 겸비한 합성 고무라고 말할 수 있으며 따라서 타이어를 비롯하여 벨트, 신발류 및 공업용품 등

의 용도로서 널리 응용될 수 있다고 본다.

### 3. Alfin Rubber 의 종류

Alfin Rubber 는 Butadiene-Styrene 중합체와 Butadiene-Isoprene 중합체로서 다음과 같은 8 가지 대표적인 종류가 있다.

#### Alfin Rubber 의 종류

제품번호	종 류	조 성 비
AR 1510	butadiene-styrene copolymer	B/S 95/5
AB 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/1 95/5
AR 2710	butadiene-isoprene copolymer	B/1 95/5 oil extended
AR 2540	butadiene-isoprene copolymer	B/1 80/20
AR 2740	butadiene-isoprene copolymer	B/1 80/20 oil extended

(Note) oil extended rubber: Aromatic extender oil 37.5 PHR

### 4. Alfin Rubber 의 배합 방법

#### 가. 카아본 및 oil 충전

트레드 배합의 처방은 다음과 같은 인자(因子)를 참작하여 결정하지 않으면 안된다.

- 1) Mooney 점도(ML-4) < 60
- 2) 가황후 쇼아 A 정도 57~63
- 3) " 300% 모듈러스 77~98 kg/cm<sup>2</sup>
- 4) scorch time(5 Pt up) 22~27 min

이상의 인자중에서 a), b) 및 c)는 물성과 카아본 블랙 및 oil의 첨가량을 거의 좌우한다.

일반적으로 소형 승용차 타이어 트레드에는 HAF 및 ISAF가 사용되며 ISAF 및 SAF는 추력 타이어 트레드용으로 사용되고 있는데 이들 종류의 카아본 블랙은 Alfin 고무에 아주 적합하다.

Oil에 있어서는 Aromatic 계와 같은 저렴한 process oil들을 흔히 선택하고 있다. 물성면에서 볼 때 다량의 카아본 블랙을 사용하면 높은 Mooney 점도와 경도 및 300% 모듈러스치를 얻게 될 것이며 다량의 oil을

사용하면 낮은 점도, 경도 및 모듈러스의 수치가 얻어진다.

카아본 블랙을 70 PHR 충전시킨 SBR 배합과 85 PHR을 충전한 Alfin Rubber는 거의 동일한 마모율을 나타내고 있음이 시험에 의해 밝혀졌다. 85 PHR의 카아본 블랙 충전은 전체 오일량으로서 약 60 PHR에 해당한다.

Alfin Rubber는 일반적으로 Mooney 점도가 높고 경도와 모듈러스에 있어서는 낮은 경향이 있다. 따라서 경도와 모듈러스를 다소 높이기 위하여서는 oil의 양을 소량 감소시킬 것을 부연하고자 한다.

만일 ML-4의 값을 50보다 다소 낮은 값이 되도록 배합을 원한다면 낮은 Mooney의 Alfin Rubber를 사용하거나 process oil의 첨가량을 증가시키는 방법중에서 어느 한편을 택하여야 한다. 경도와 모듈러스가 떨어지는 경우에는 황 및 촉진제의 양을 증가시키면 본래의 수준으로 회복될 수 있다.

추천할만한 배합 처방의 일예를 표 1 및 2에 소개 하겠다.

표 1. Compound Recommended for Passenger Car Tire Tread

Recipe	Premium		Intermediate		Economy
	I	II	I	II	
AR 1710(37.5 PHR O.E Alfin)	137.5	—	137.5	—	137.5
O.E Polymer Blend	—	137.5	—	137.5	
AR 1710 : 65%					
polybutadiene : 35%					
Oil : 37.5 PHR					

HS-HAF	85	85	100	100	130
H.A. Oil	17.5	17.5	32.5	32.5	62.5
Zno	3	3	3	3	5
Stearic Acid	3	3	3	3	3
Anti Oxidant	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sulfur	2.2	2.2	2.3	2.3	2.5
NOBS Spec.	1.4	1.4	1.6	1.6	2.2
physical Properties of Compound					
Scorch Time 5 Pt up @ 125° F(257° F)	27'20"	26'0"	23'18"	22'16"	25'5"
Compound Mooney @ 100° C(212° F)	63	60	67	66	46
Physical Properties After Cure Time: 40' @ 150° C(302° F)					
300% modulus lb./in <sup>2</sup>	1480	1425	1540	1440	1640
Tensile Strength lb./in <sup>2</sup>	3010	2900	2720	2645	2200
Elongation. %	480	460	430	420	380
Shore A Hardness	59	58	60	59	57
Sp. Gr	1.14	1.14	1.17	1.17	1.20
Tread Wear Ratings (1)	125	130	115	120	107

(1) Control tire tread recipe : SBR 1712 : 137.5 HS-HAF : 70.H.A Oil : 7.5

표 2. Compound Recommended for Truck Bus Tire Tread

Recipe	(for bad roads)	(for good roads)
AR 1510(Non Oil Alfin Rubber)	80	80
Sol. SBR	20	—
Polybutadiene	—	20
HAF	50	50
H.A. Oil	20	15
Zno	3	3
Stearic Acid	3	3
Anti Oxidant	2	2
S	2.0	2.0
NOBS Spec.	1.4	1.4
Physical Properties of Compound		
Scorch Time 5 Pt up @125° (257° F)	25'50"	23'56"
Compound Mooney @100° C(212° F)	45.5	60
Physical Properties After Cure Cure Time: 40' @ 150° C (302° F)		
300% Modulus lb./in <sup>2</sup>	1470	1480
Tensile Strength lb./in <sup>2</sup>	3220	3190
Elongation %	530	580
Shore A Hardness	59	57
Sp. Gr.	1.11	1.11

#### 나. 가 황 제

Alfin Rubber의 가황 속도는 SBR의 가황 속도보다 훨씬 빠르며 천연 고무와 비슷한 cis-polybutadiene 보다는 거의 동일하거나 약간 빠른 편이다.

Scorch time은 배합 처방에 따라 다르지만 125° C에서 22 내지 27 분 정도이다.

주의할 점은 촉진제 및 황의 첨가와 90° C 이하의 온도로 배합물을 유지하여야 하는 점이며 그렇지 않으면 scorch 현상이 일어난다. 또한 일차 혼합단계에서 촉진제와 함께 고무, 카아본 및 Oil을 Banbury에 가하는 것은 피하지 않으면 안된다.

촉진제의 사용에 있어서는 Sulfenamide 계에 속하는

NOBS Special 혹은 CZ의 사용을 추천하고자 하며 카아본 및 Oil의 충전량에 따라 1~2.5 PHR 범위 내에서 여러 가지로 가감하여 혼합하여야 한다. 동량의 카아본 및 오일 혼합하에서 충전제를 증량하면 할수록 300% 모듈러스, 인장강도 및 경도는 높아진다.

스코치 시간(5 pt up)은 충전제를 1 PHR에서 2 PHR로 증량하였을 경우 단지 3분 정도 단축되기 때문에 별 문제가 생기지 않는다.

황의 경우는 카아본의 배합량 및 오일첨가량에 따라 2~3 PHR 범위내에서 증가될 수 있으며 동일한 카아본 및 오일에 대하여 황의 사용량을 증가하면 할수록 300% 모듈러스, 인장강도는 필연적으로 높아지지만 경도에 있어서는 거의 영향을 주지 않는다.

카아본 충전량 85 PHR, 전체오일 60 및 NOBS, Special 1.4 PHR의 경우에 유황을 2 PHR로부터 2.7 PHR로 증량함으로써 31분에서 23분으로 스코치 타임을 단축시킬 수 있을 것이다. 그리고 2~3 PHR의 범위내에서 황의 양을 증가한다며 내노화성은 아무런 변화가 없다.

**다. 노화방지제**

타이어 트레드에는 SBR 배합에 첨가제로서 보통 사용되는 노방제를 이용함으로써 요구에 충족될 수 있다.

예를 들면 약 0.6~1.0 PHR의 Phenyl-beta-naphthylaniline이 이러한 용도로 사용될 수 있다.

**라. 오존 열화(劣化) 방지제**

오존 열화 방지제의 알맞은 사용량은 고무의 최종적인 용도에 따라 첨가된다. 만일 트레드 배합에 있어서 SBR 배합에 오존 열화 방지제가 사용된다면 대체적으로 동일한 오존 열화방지제를 동량으로 첨가하므로 충분한 효과를 얻을 수 있을 것이다. 예를 들면 겨울용 타이어 트레드로 설계된 배합에 1 PHR의 N-isopropyl-N' phenyle-p-phenyleren-diamine (santoflex 36)을 가할 수 있다.

**마. 아연 화**

대략 SBR 배합에서 사용하는 아연화와 동량으로 사용하는 데 3 PHR 정도가 적당하다. 카아본 및 오일의 함량이 증가하더라도 아연화의 양은 증가시킬 필요가 없다.

**바. 스테아린산**

대략 SBR 배합의 경우와 동일한 스테아린산이 사용되는데 2~3 PHR 정도의 사용을 추천하고자 하며 카아본 및 오일의 고충전이라 할지라도 증량할 필요는 없다. (다음호에 계속)

自動車타이어 및 튜브 國家別輸出實績表上の 正誤表

(51 페이지에서 계속)

② 70年 1月號 以前에 掲載分中誤植分을 다음과 같이 訂正함

年度別 國家別	6 5		6 6		6 7	
	正	誤	正	誤	正	誤
越 南	454(s)	424(s)				
이 란	5,500(pcs)	5,500(ea)				
레 바 논	124(s)	12(s)				
요 르 단			\$ 123,511. <sup>40</sup>	\$ 71,519. <sup>18</sup>		
파 라 과 이					\$ 12,268. <sup>62</sup>	\$ 12,268. <sup>62</sup>
쿠 웨 이 트	8(ea)	9(ea)	140(s) 172(ea) \$ 12,314. <sup>54</sup>	312(s) \$ 6,608		
실 론	16(ea)	16(s)				
計	20,864(s) 701(ea) 11,414(pcs) \$ 882,698. <sup>61</sup>	20,850(s) 6,193(ea) 5,914(pcs) \$ 882,698. <sup>61</sup>	40,344(s) 172(ea) 3,644(pcs) \$ 1,252,874. <sup>60</sup>	40,516(s) 3,644(pcs) \$ 1,195,175		