

# EPDM 과 各種 Polymer 의 Blend 에 依한 性能變化 및 그 應用에 關한 研究 (第 1 報)

EPDM 과 Natural Rubber 의 Blend 에 對하여

國 防 科 學 研 究 所

金 駿 洙

(1971. 11. 28. 受 理)

## Studies on the Physical Properties and Application of EPDM-Polymer Blends. Part 1. Physical Properties for EPDM-NR Blends

by

Joon Soo Kim

### Abstract

The purpose of this study is to establish an effective way to utilize the application of EPDM-Polymer blends. First of all, the physical properties for EPDM/NR blends and compounding agents were studied. The results are shown as follows:

1. In blending, tensile strength and tear strength decreased with increase in EPDM contents. It was not effective more than the ratio of EPDM/NR is 50/50.
2. Elongation is influenced by blending, especially the ratio of EPDM/NR is 50/50.
3. It was found that both the resistance for ozone and aging were much improved after blending.

### 緒 論

本 研究는 새로운 合成고무로 登場한 ethylene propylene terpolymer(EPDM 또는 EPT)와 各種 polyme 를 混和<sup>1)</sup>, 利用하므로서 各己 가진 polymer 의 特性을 最大限으로 살려 經濟的이고 實用的으로 各分野의 製品에 應用할 수 있도록 하는데 그 目的이 있다. 一般의 으로 部分的인 特性을 除外하고는 여러가지 面에서 아직 天然고무를 따를만한 合成고무가 없는 實情이지만 要求度가 나날이 變遷하는 現時點에서 天然고무 및 各

種 合成고무들이 가진 短點을 補完 乃至 改善하기 위 여 最近 國際의으로 學界 및 產業界에서 이들 polymer blend 에 對한 研究가 活潑히 展開되고 있을 뿐 아니라 그 동안 수많은 業績이 나왔고 實際 產業界에서도 여러 가지 實用化되고 있는 實情이다.

오늘날 第 3 의 常用合成고무로서 世界的인 脚光을 받고 있는 EPDM 은 耐 ozone 性<sup>2,3)</sup>, 耐候性<sup>4)</sup>, 耐熱性<sup>5,6,7)</sup> 및 耐藥品性等이 優秀할 뿐 아니라 特히 龜裂이 생기지 않는다는 利點이 있으며 그 外에도 다른 合成고무에 比 해서 比重이 적고 充填劑나 oil 등의 high loading 이 可

能하며 또 그 主原料가 ethylene 과 propylene 이기 때문에 앞으로 값싼 原料의 供給이 可能한 經濟的인 合成 고무라 할 수 있다. 다만 앞으로 加工性的 改善, 粘着性<sup>9)</sup>과 接着性的 增進, 加黃速度的 短縮 特히 共加黃性的 改善等<sup>9,10,11,12)</sup>을 解決하여 一般用 고무로서 發展시키기 위하여 더욱 研究가 必要하다.

위에 記述한 長點들을 살려 配合條件, 加工條件, 加黃條件 및 試驗條件等<sup>13,14,15)</sup>을 研究 檢討하여 自動車 tire<sup>16,17)</sup> 및 tube 를 위시하여 自動車나 裝備類의 部品, 建築材料, 電線, sponge 其他 各種 工業用品等에 多角도로 應用<sup>18)</sup>할 수 있도록 하는데에 主眼點을 두었고 于先 本報에서는 EPDM 에 天然고무를 變量 混和<sup>16,26,21)</sup>하므로써 理化學的 性能<sup>22,23,24)</sup>에 미치는 影響에 對하여 實驗檢討하였기에 報告한다. 여기에 供試한 EPDM<sup>25,26,27)</sup>은 第3成分으로서 ethylene norbornene 을 使用하고 加黃速度가 比較的 빠르며 一般用으로 알려진 Esprene 501 을 選定하였다.

## 實 驗

### 1. 材 料

#### 1) 原料고무

EPDM: Ethylene propylene terpolymer (Esprene 501)

NR: Natural rubber(RSS#3)

#### 2) 其他 配合材料

HAF: High abrasion furnace black (Continex HAF)

SRF: Semi-reinforcing furnace black (Continex SRF)

NOBS spec.: N-oxydiethylene benzothiazyl-2-sulfenamide (Cyanamide)

D: Diphenyl guanidine (Soxinol D)

PBN: Phenyl-β-naphthylamine(Monsanto)

ZnO: 東信合成, 特號品

Stearic acid: 愛敬油脂

Process oil: Naphthenic oil(ESSO L-2)

Sulfur: 미원산업

### 2. 配合實驗

#### 1) 配合

本實驗에서 使用한 配合表는 Table 1 과 같이 EPDM 과 NR 을 變量配合<sup>28,29)</sup> 하였으며 roll size 20cm×63cm 에 回轉比 1 : 1.25 의 混合 roll 을 使用하였고 roll 溫度를 50±5°C 로 하여 다음과 같은 條件으로 混合 配合하여 試驗에 供하였다.

O min.: EPDM(4回 薄通한 것) & NR(素練한 것)

5 min.: 2/3 carbon black, zinc oxide, antioxidant, stearic acid.

17 min.: 1/3 carbon black, oil

27 min.: sulfur, accelerator

33 min.: 0.5mm 程度로 薄通 6回

36 min.: banding 始作

40 min.: sheeting out

Table 1. Rubber formulation

Materials	1	2	3	4	5
Esprene 501	—	25	50	75	100
RSS #3	100	75	50	25	—
Zinc oxide	5	5	5	5	5
Stearic acid	1	1	1	1	1
HAF black	30	30	30	30	30
SRF black	20	20	20	20	20
ESSO L-2	10	10	10	10	10
Sulfur	2	2	2	2	2
Acc.NOBS Special	0.8	0.8	0.9	1	1
" D	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ant. PBN	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

#### 2) 加黃條件

위에서 混合된 配合고무를 常溫에서 約 48時間 放置한 다음 自動溫度調節器가 달린 電氣加熱式 press 를 利用하여 153±2°C 에서 加黃<sup>30,31,32)</sup> 하여 試驗에 供하였다.

## 試驗方法 및 結果

### 1. Mooney viscosity and mooney scorch time.

Mooney viscosity 와 mooney scorch time 은 Shimazu 製 空氣作動式 viscometer 를 使用하였고 試驗條件은 120±1°C 에서 小形 rotor 를 使用하여 두께 9.5~12.7 mm, 直徑 45.5mm 의 未加黃고무 試驗片을 試料로 하였다. 위의 試驗片을 rotor 에 끼우고 上部 die를 5~6kg/cm<sup>2</sup> 의 壓力으로 눌러 固定시킨 後 1分間 豫

Table 2. Mooney viscosity and mooney scorch time

Blending ratio	Mooney viscosity M.S.:1+4 120°C	Mooney scorch time. 120°C min.		
		t <sub>5</sub>	t <sub>35</sub>	t <sub>Δ30</sub>
EPDM/NR 0/100	37	20' 10"	22' 55"	2' 45"
" 25/75	39	18' 50"	21' 50"	3' 00"
" 50/50	39	19' 00"	23' 00"	4' 00"
" 75/25	40	19' 15"	31' 50"	12' 35"
" 100/0	42	48' 30"	76' 10"	27' 40"

熱했다가 rotor 가 작동하도록 switch 를 넣고 4分 經過後에 dial gauge 에 나타나는 viscosity 를 測定하였고 加熱과 時間經過에 따른 加黃의 影響으로 다시금 粘度의 上昇이 일어날때 最低值로 부터 5 ' 그리고 35가 높아지는데 所要되는 時間을 mooney scorch time 으로 測定하였으며 그 結果는 Table 2 와 같다.

## 2. Rheograph

Rheograph 는 Toyoseiki 製 壓縮空氣作動式 type III 의 Rheometer 를 使用하였고 두께 5mm×25mm×25mm 크기의 未加黃고무 試驗片을 試料로하여 다음과 같은 條件에서 試驗한 結果는 Fig. 1 과 같으며 그 data 는 Table. 3 과 같다.

Test temperature: 153±3°C  
 Kind of disk: 17mmφ  
 Load range: 10kg-cm  
 Chart speed: 375mm/hr  
 Pressure: 6kg/cm<sup>2</sup>

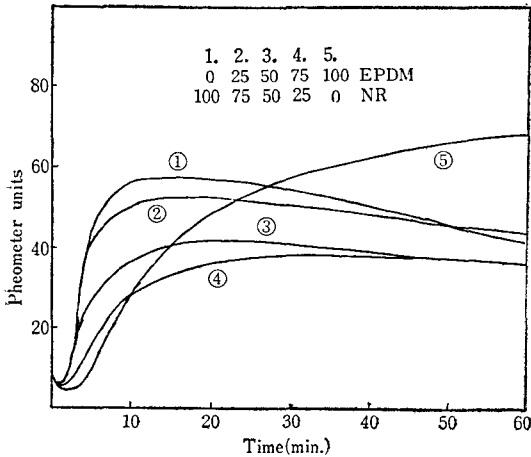


Fig. 1. Relation between rheograph of EPDM and NR blend

Table 3. Rheograph data

EPDM/NR blending ratio	0/100	25/75	50/50	75/25	100/0
Ti	7.9	7.5	7.2	8.6	7.6
Tmin	4.5	5.5	5.3	5.0	4.6
Tthermo	3.4	2.0	1.9	3.6	3.0
Tmin+2	6.5	7.5	7.3	7.0	6.6
tmin.+2	2'25"	2'10"			4'40"
Tmax	56.4	52.2	40.8	36.9	68.5
T 90	50.2	48.1	37.3	33.7	62.2
t 90	6'20"	7'30"	10' 10"	15' 30"	39' 40"
△t	3'55"	5'20"	7'30"	12' 20"	35' 00"

## 3. Hardness test

硬度는 shore A durometer 를 使用하여 測定하였고 老化前과 老化後에 測定 比較하였다.

## 4. Tensile strength, Elongation, Modulus and Tearing strength

引張強度 伸張率 modulus 및 引裂強度 共히 Instron universal tester 의 floor model 을 使用하였고 引張速度는 500±25mm/min 로 하였으며 引張強度 試驗片은 1 號型을, 引裂強度試驗片은 A型과 B型으로 各己 老化前後에 試驗測定하였다.

## 5. Rebound test

反撥彈性試驗은 Goodyear type 의 試驗機를 使用하고 試驗方法은 2.54cm×2.54cm×5.08cm 크기의 試驗片을 ASTM-D-1054-55 의 方法에 따라 試驗測定하였다.

## 6. Cut growth test

切傷成長率試驗은 Ross flexing machine 을 使用하여 試驗하였고 試驗方法은 ASTM-D-1052-55 에 따라 길이 152.4mm 以上, 幅 25.4±1.3mm 및 두께 6.4±0.3 mm 의 加黃고무 試驗片을 100 에서 24時間 促進化시킨後 100,000회 반복 屈曲시켰을 때 切傷한 곳의 成長率을 測定하였다.

## 7. Abrasion test

摩耗試驗은 Akron type abrasion tester 를 使用하였고 試驗方法은 外徑 45mm 內徑 13.5mm, 두께 6mm 의 老化前後의 加黃고무 試驗片을 角度 10度荷重 2700 g, 下에서 3360회轉 摩耗시킨다음 다음式에 依하여 摩耗指數로 算出하였다.

$$AI = \frac{W_0}{(W_0 - W_1) \times d}$$

AI : 摩耗指數

W<sub>0</sub> : 試驗前의 試驗片 重量

W<sub>1</sub> : 試驗後의 試驗片 重量

d : 試驗片의 比重

## 8. Compression set test

Compression set <sup>33)</sup>는 直徑 28.68±0.02mm, 두께 12.70±0.13mm 의 試驗片을 壓縮裝置에 끼우고 100±1°C 의 oven 에 22時間 放置한 後의 줄임율을 測定하였다.

## 9. Ozone test

耐 ozone 試驗은 ozone aging tester 를 使用하여 靜的 및 動的試驗을 하였으며 靜的試驗은 76.2mm×25.4 mm×1.91mm 의 試驗片을 12.5% 로 伸張하여 ozone 濃度 50±5pphm, 溫度 38±3°C 의 試驗機에서 各 96, 192, 288 및 384時間 露出 試驗하였고 動的試驗은 101.6 mm×25.4mm×3.2mm 의 試驗片을 belt 에 붙이고 ozone 濃度 30±3pphm, 溫度 24±3°C, 濕度 45±5%

Table 4. Physical Properties

Physical properties EPDM/NR blending ratio	Hardness (Shore A)			Tensile strength (kg/cm <sup>2</sup> )			Elongation (%)			300% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Initial	After aging		Initial	After aging		Initial	After aging		Initial	After aging	
		100°C	120°C		100°C	120°C		100°C	120°C		100°C	120°C
0/100	58	58	58	271	238	149	540	420	320	128	159	140
25/75	60	60	58	158	138	51	420	350	310	98	119	50
50/50	61	61	60	75	73	50	310	250	210	72	—	—
75/25	61	61	60	56	54	50	450	400	440	43	47	32
100/0	61	60	59	184	181	180	580	500	450	76	88	128

Physical properties EPDM/NR blending ratio	Tearing strength (kg/cm)						Rebo- und (%)	Cut growth (%)	Abrasion index		Compress- ion set (%)
	A Type			B Type					Initial	After aging (100°C)	
	Initial	After aging		Initial	After aging						
		100°C	120°C		100°C	120°C					
0/100	105	183	20	127	99	21	64.1	2a	136	8748.5(30%)	
25/75	41	35	18	56	37	21	57.4	40	48	5043.1 (//)	
50/50	27	24	22	28	25	19	54.4	230	17	1950.5 (//)	
75/25	28	31	29	35	39	35	55.9	500	15	1559.3 (//)	
100/0	53	52	52	69	67	67	54.0	20	35	3864.9(25%)	

의 試驗機에서 48時間 回轉試驗하였다.

10. Aging test

老化試驗은 Gear aging tester 를 使用하였고 溫度는

100°C와 120°C로 하였으며 共히 24時間 促進老化 시  
킨後 各己 試驗 測定하였다.

以上에서 試驗測定한 諸般 理化學의 性能<sup>34,35</sup>의 綜  
合 結果들은 Table 4 와 같다.

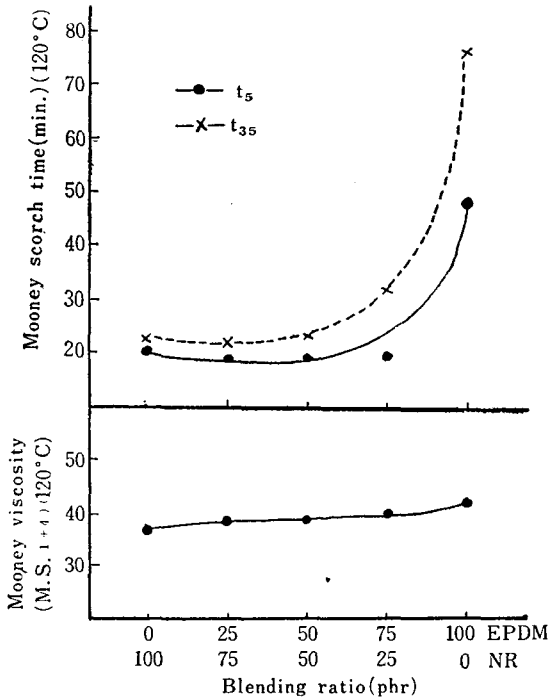


Fig. 2. Comparison of the mooney viscosity and mooney scorch time

考 察

1. EPDM 및 NR의 變量에 따른 配合고무의 mooney  
viscosity와 mooney scorch time에 미치는 影響.

Mooney viscosity는 Fig.2에서 보는바와 같이 EPDM  
보다는 天然고무가 若干 낮은 便이며 EPDM의 量이  
增加됨에 따라 viscosity는 若干씩 커진다. 한便 mooney  
scorch time은 EPDM 보다 天然고무가 월등하  
게 짧으며 50 : 50의 比率까지는  $t_5$ ,  $t_{35}$  共히 비슷하고  
EPDM : NR = 75 : 25일 때는  $t_5$ 는 비슷하나  $t_{35}$ 는 若  
干 길어진다.

2. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 硬度  
에 미치는 影響

硬度는 天然고무 보다 EPDM이 若干 높은 便이고  
Fig. 3에서 보는바와 같이 老化後에 있어서도 그 變化  
가 極히 적은 便이나 120°C에서 24時間 老化시켰을  
경우에는 EPDM의 變量에 關係없이 1~2씩 低下되고  
있다.

3. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 引張  
強度에 미치는 影響.

引張強度는 EPDM이 NR에 比해서 越等하게 떨어

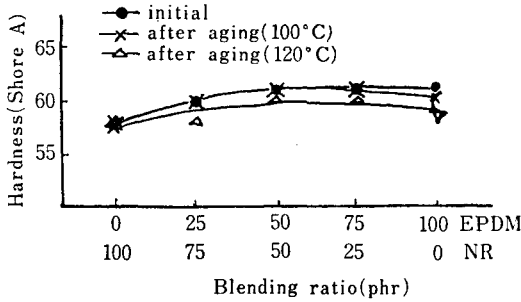


Fig. 3. Comparison of the hardness

진다. 그러나 老化後에 있어서는 Fig.4에서 보는바와 같이 EPDM은 100°C 및 120°C에서 거의 거의의變化가 없을 정도로 僅少한 低下를 나타내지만 한便 EPDM이 增量됨에 따라 引張強度는 顯著하게 떨어지지만 老化後의 低下率은 거의 無視할 程度로 向上되는 것을 볼 수 있다.

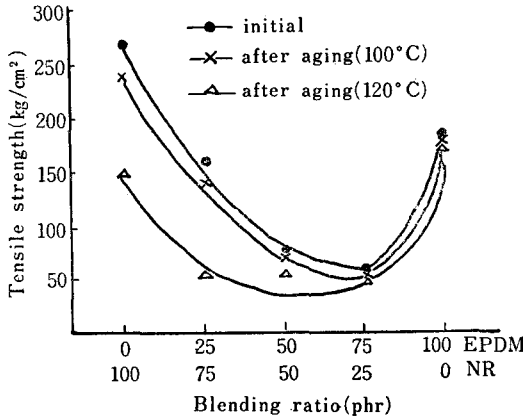


Fig. 4. Comparison of the tensile strength

4. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 伸張率에 미치는 影響.

伸張率은 天然고무와 EPDM이 비슷하나 오히려 EPDM이 若干 높은便이다. EPDM이 增量됨에 따라 역시 伸張率의 變化도 甚한 便이고 特히 EPDM:NR=50:50일 때 가장 낮은 結果를 보여준다. 한便 老化後에는 Fig. 5에서 보는바와 같이 거의 비슷한 傾向으로 低下되고 있으나 EPDM이 增量될수록 低下率의 幅은 좁아지는 것을 볼 수 있다.

5. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 300% modulus에 미치는 影響.

Modulus는 Fig.6에서 보는바와 같이 老化前에 比해서 100°C에서 老化시킨것은 若干 높아졌으나 120°C에서 老化시킨것은 大體로 떨어졌고 特히 EPDM:NR=25:75, 50:50일 때 甚했다. 한便 50:50일 때는 300% modulus 測定이 不可能하였다.

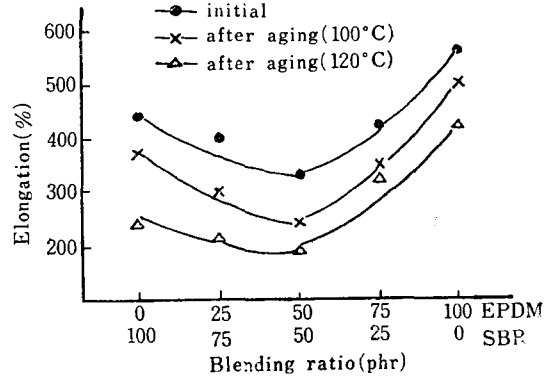


Fig. 5. Comparison of the elongation

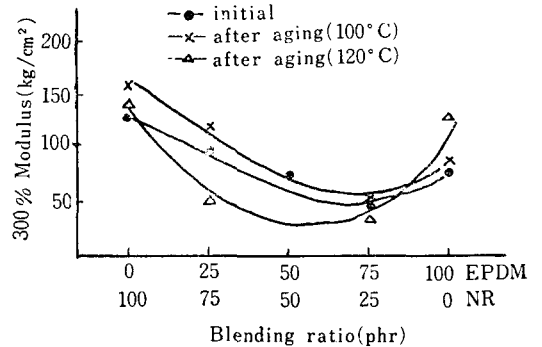


Fig. 6. Comparison of the modulus at 300%

6. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 引裂強度에 미치는 影響.

引裂強度는 EPDM 單獨이 NR 單獨에 比하여 相當히 떨어지며 A型和 B型の 試驗結果는 Fig.7에서 보는바와 같이 B型的의 結果가 若干 높기는 하나 거의 비슷한 傾向을 나타내고 있다. 또한 EPDM을 blend 하므로서 引裂強度는 顯著하게 떨어지는 現象을 나타냈다. 한便 100°C에서 老化했을 경우는 그 低下率이 僅少하였으나 120°C에서 老化시킨것은 越等하게 低下되었다. 그러나 EPDM:NR=50:50 부터는 老化後의 低下率은 僅少하였다.

7. EPDM 및 NR의 變量에 따른 反撥彈性에 미치는 影響.

反撥彈性은 NR이 EPDM보다 커서 Fig.8에서 보는바와 같이 EPDM이 增量될수록 反撥彈性도 낮아진다.

8. EPDM 및 NR의 變量에 따른 切傷成長率에 미치는 影響.

切傷成長率은 EPDM 單獨과 NR 單獨 共히 同一하였고 EPDM:NR=25:75일 때는 各已 單獨일때에 比

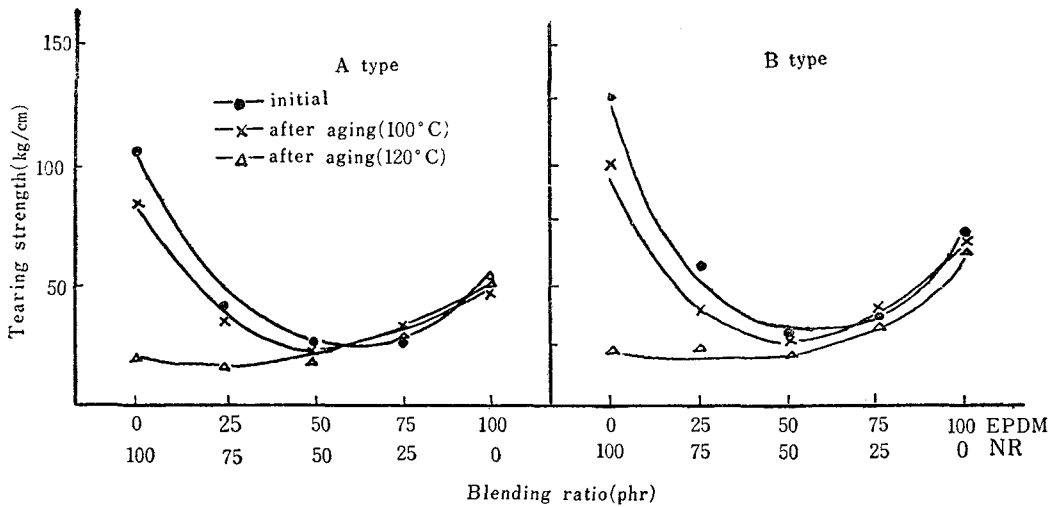


Fig. 7. Comparison of the tearing strength

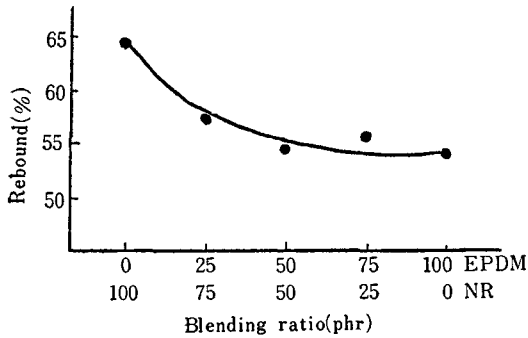


Fig. 8. Comparison of the rebound

하여 큰 差異가 없었으나 50 : 50 일 때는 顯著하게 低下되었고 75 : 25 일 때는 더욱 顯著하게 低下되었다.

9. EPDM 및 NR의 變量에 따른 老化前後의 耐摩耗性에 미치는 影響.

耐摩耗性은 EPDM 이 NR 보다 顯著하게 떨어진다.

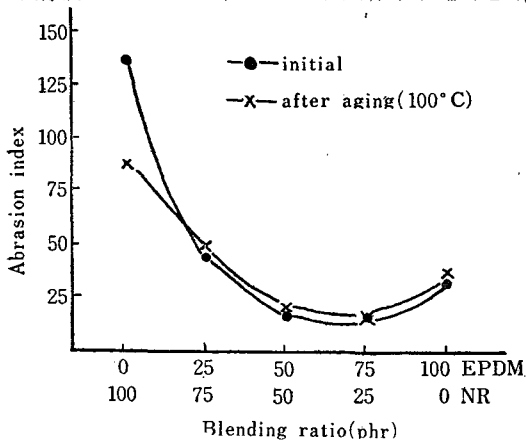


Fig. 9. Comparison of the abrasion index

한편 EPDM 이 增量될수록 耐摩耗性도 低下되었고 老化後에는 Fig.9 에서 보는바와 같이 NR 單獨일 때는 顯著하게 低下되었으나 EPDM 이 增量됨에 따라 同一하거나 또는 오히려 若干 改善되는 傾向을 나타냈다.

10. EPDM 및 NR의 變量에 따른 壓縮永久歪에 미치는 影響.

壓縮永久歪는 Fig.10 에서 보는바와 같이 EPDM 이 增量될수록 漸次 커지는 現象을 나타냈다.

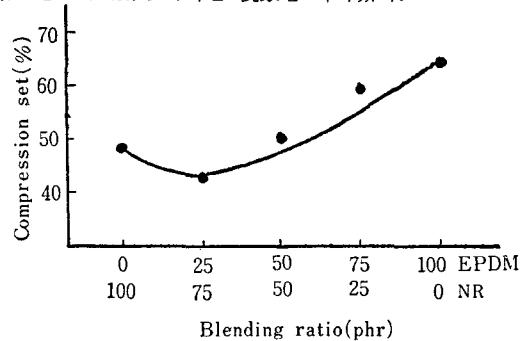


Fig. 10. Comparison of the compression set

11. EPDM 및 NR의 變量에 따른 耐 ozone 性에 미치는 影響.

耐 ozone 性은 EPDM 이 NR 에 比하여 越等하게 좋은 것으로서 EPDM 이 增量됨에 따라 耐 ozone 性이 顯著하게 改善되는 것을 알 수 있다.

photo. 1 및 Table 5 에서 보는바와 같이 EPDM 이 25phr 만 blend 되어도 靜的試驗에서 288時間까지는 全然 異常이 없으며 動的試驗에서도 異狀이 없음을 알 수 있다. 다만 靜的試驗에서 384時間 露出했을 때 若干의 cracking 이 생기는 것을 볼 수 있었다. 한편 50 : 50 以下에서는 全然 異常이 없으며 EPDM blend 에 依하여

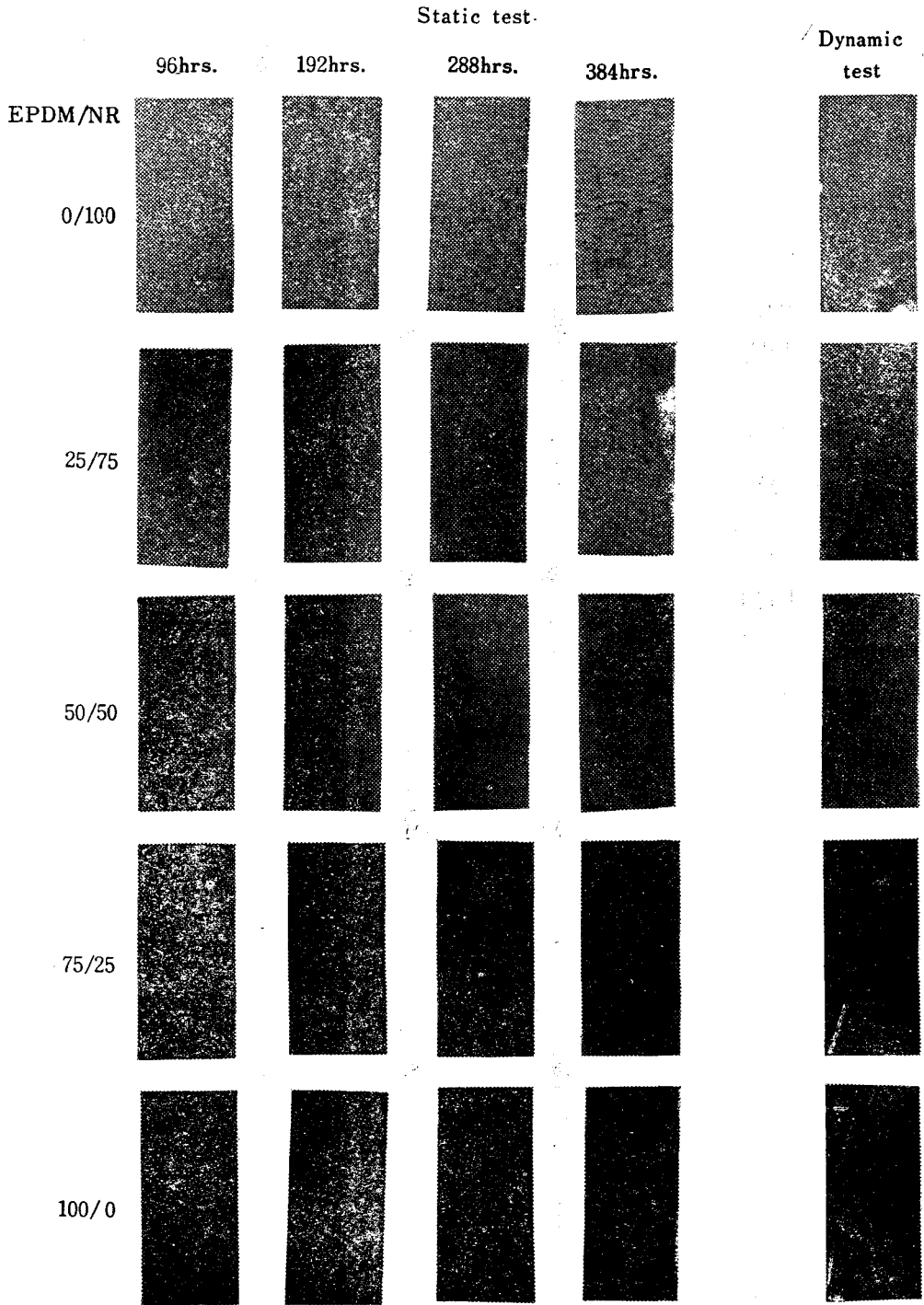


Photo1 Results of ozone test

특히 耐 ozone 性이 顯著하게 向上되는 것을 알수있다

等이 顯著하게 低下되는데 특히 EPDM 이 50phr 以上 일때 더욱 甚하게 나타난다.

結 論

1. EPDM 이 增量됨에 따라서 引張强度와 引裂强度

2. 伸張率은 EPDM : NR=50 : 50 일때 가장 甚하게 低下되며 25 : 75와 75 : 25일때는 비슷한 傾向을 나타

**Table 5. Ozone resistance of EPDM and NR blend.**

Ozone test EPDM/NR blend ratio	Static test				Dynamic test
	36hrs	192hrs	288hrs	384hrs	
0/100	E-3	E-3	E-4	E-4	C-2
25/75	A-1	A-1	A-1	B-2	A-1
50/50	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
75/25	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
100/0	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1

※ Criterion of judgement

Number of cracks

- A: No crack
- B: Less than a few cracks
- C: Several cracks here and there
- D: Many cracks
- E: Countless cracks (all over the surface)

Size of cracks

- 1: No crack
- 2: Barely seen by naked eyes
- 3: Small (~1mm)
- 4: Medium (1~3mm)
- 5: Large (3mm~)

낸다.

3. 耐老化성에 있어서는 EPDM 을 혼합하므로써 顯著하게 向上되며 特히 EPDM 이 50phr 以上이 되면 高溫에서도 큰 影響을 받지 않는다.

4. EPDM 을 混用하므로써 耐 ozone 性이 越等하게 向上되는데 EPDM 25phr 程度만 混和하면 耐ozone 藥品을 使用하지 않아도 充分히 利用可能하다.

5. EPDM 과 다른 polymer 와의 共加黃을 改善하므로써 多角의인 製品에 効率的으로 利用할 수 있을 것이 期待된다.

文 獻

- 1) Ichiro Iwami *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 40 (1968)
- 2) E.H.Andrews: *J. Polymer Sci.*, **10**, 47 (1966)
- 3) Sumitomo Chem. Co. Technical data: EPDM blend ozone
- 4) R.F.McCabe: *Rubber Age*, **96**, 395 (1964)
- 5) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 583 (1968)
- 6) 小西新治郎等: 合成ゴム, **12**(3) 26 (1970)
- 7) Minoru Imoto: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **42**, 191 (1969)
- 8) Tomio Ishitobi *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber*

*Ind.*, **39**, 858 (1966)

- 9) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 428 (1968)
- 10) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 435 (1968)
- 11) 日本ゴム協會編: 特殊合成ゴム 10講, p.22 (1970)
- 12) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **42**, 185 (1969)
- 13) K.H.Wirth: *Rubber Age*, **101**, 51 (1969)
- 14) H.Baldyga *et al.*: *Rubber Chem. & Tech.*, **39**, 1347 (1966)
- 15) 黃海升美: 合成ゴム, **11** (5), 23 (1969)
- 16) Kunio Satake *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **43**, 111 (1970)
- 17) Kunio Satake *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **43**, 118 (1970)
- 18) Hitoshi Nishizawa *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **44**, 75 (1971)
- 19) 府川通博等: 合成ゴム, **12** (2), 5(1970)
- 20) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **42**, 439 (1969)
- 21) Masawaky Kurabayash *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **40**, 406 (1967)
- 22) Yuji Minoura: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **36**, 918 (1963)
- 23) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 1065 (1968)
- 24) Kunio Satake *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **44**, 445 (1971)
- 25) Sumitomo Chem. Co.: Esprene EPDM
- 26) Sumitomo Chem. Co.: Future of Ethylene propylene Rubber in Synthetic Rubber Industry.
- 27) Sumitomo Chem. Co., Technical Data: Esprene EPDM の 特性と 配合.
- 28) 向井昭郎等: 合成ゴム, **12**(1), 14 (1970)
- 29) 棚谷篤志郎: 合性ゴム, **12**(5), 24 (1970)
- 30) J.F.Qurk *et al.*: *Rubber Age*, **94**, 733 (1964)
- 31) Minoru Imoto *et al.*: *J. of the Soc. of Rubber Ind.*, **41**, 999 (1968)
- 32) 古澤米正等: 合成ゴム, **11**(4), 8 (1969)
- 33) Minoru Imoto *et al.*: *J. of Rubber Ind.*, **41**, 1103 (1968)
- 34) Sumitomo Chem. Co.: Esprene EPDM Technical Information.
- 35) M.S.Sutton: *Rubber World*, **149**, 62 (1966)