

# EPDM의 특성과配合

宇 佐 元 輝 義※  
畑 田 恭 孝※

## 1. 概 要

EPDM의 起源은 1950年頃, K. Zeigler, G. Natta 氏等に 依해 새로운 重合 觸媒가 發見된 것에 비롯 된다. 그後 1.4-polyisoprene, (IR) cis-1.4 polybutadiene (BR)의 工業化學 所謂 stereo rubber 의 새로운 發展의 길이 열렸다. 1959年 Montecatini 社가 試作工場에서 EPM 을 製品化하였다.

1962年에는 第三成分을 共重合시켜서 sulfur cure (黃加黃)를 할수 있는 製品, 卽 EPDM 이 出現하였다 EPDM 은 때때로 EPM 과 混同된다. 兩者 모두 主鎖는 ethylene 과 propylene 과의 反復으로 이루어져 있으나, EPM 은 二重結合을 갖고 있지않으며 黃加黃을 할수 없기 때문에 主로 peroxide 로 加黃된다. 한편 EPDM 은 第三成分으로서 少量의 非共軛 diene 이 共

Ethylene propylene rubber (EPR)	ethylene propylenecopolymer (EPC) .....EPM $C_2 C_3$	peroxide cure 可能 sulfur cure 不可

重合되어 있기 때문에 peroxide 加黃은 勿論 이려니와 黃加黃을 할 수도 있다. 이상과 같은 關係는 다음과 같다.

現在 市販되고 있는 EPDM의 第三成分에는 dicyclo pentadiene, ethylidene norbornene, 1.4 hexadecane, methylene norbonene, methyltetrahydro indene 등이 使用되

※ 住友化學工業株式會社  
※ 中央研究所合成 고무課

고 있다.

EPDM의 二重結合은 側鎖에 있기 때문에 耐候性, 耐 ozone 性, 耐熱性이 優秀할뿐만 아니라 充塡劑라던가 processoil 따위를 多量으로 配合할 수 있어, 極히 經濟的인 合成고무라고 말할 수 있다.

(註)

EPDM란 ASTM의 呼稱으로 이는 ethylene-propylene-diene-methylene linkage의 略號이다.

## 2. EPDM 特性

### 2-1. 耐오존性

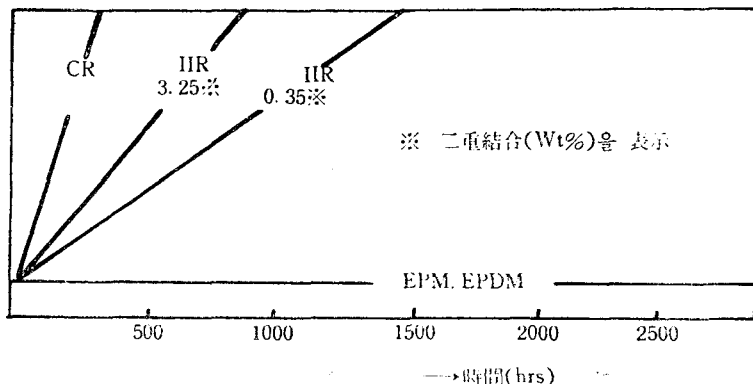
EPDM은 大氣中の ozone 의 攻撃에 對하여 極히 優

表 1. 各種 고무의 耐 ozone 性

고무種別	表面에 斑點이 생기기까지의 時間(hrs)	龜裂이 始作하는 時間(hrs)	切斷할때까지의 時間(hrs)
EPDM	—	—	762
IIR	9.0	10.0	12.5
CR	0.8	1.0	1.5
NR	0.05	0.13	0.25

ozone 濃度 440ppm, 伸張 150%

圖 1. 各種고무의 耐 ozone 性(室溫, Ozone 濃度 50 ppm)



秀한 低抗性을 가지고 있다. NR, SBR, BR, CR, IIR 등의 diene系 고무에서는 主鎖의 二重結合이 ozone과 反響하여 分子切斷이라던가 ozonide를 形成해서 이것이 initial crack의 發生에서 肉眼으로 感知할 수 있는 ozone crack로 成長해 가나 EPDM의 境遇에는 主鎖에 二重結合이 없는 것으로 보아 耐 ozone性이 優秀할 것 이라는 것은 쉽게 推定된다.

事實 表 1<sup>1)</sup>, 圖 1<sup>2)</sup>에 表示하는 바와같이 從來에 耐 ozone性의 代表的인 고무라고 일컫던 CR, IIR 따위

에 比較해도 훨씬 優秀하여, EPDM의 配合에 있어서 耐 ozone性에 對하여는 何等의 考慮를 할 必要가 없다.

### 2-2 耐候性

耐候性은 耐 ozone性과 함께 EPDM의 가장 優秀한 性能의 하나이며, 一般的으로 龜裂性이 떨러지는 明色 配合인 境遇에 있어서도 表 2에 表示하는 바와같이 이 같은 苛酷한 條件下에서도 龜裂의 發生을 認定할수 없다. 카아본부력配合으로 Florida에서 3年間の 日光暴 露結果를 表 3<sup>3)</sup>에 表示한다.

表 2. 各種고무의 耐候性

	Peroxide 加黃		黃 加 黃		備	考
	50%單純伸張*	무우프**	50%單純伸張*	무우프**		
EPDM	○	○	○	○	} Filler : 100 TiO <sub>2</sub> : 20 Oil : 30 Blend比 40/60	
IIR			○	○		
SBR	×	×	×	×		
NR	×	×	×	×		
EPDM/SBR	×	×	×	×		
EPDM/NR	×	×	×	×		
EPDM	○	○	○	○	} CB : 100 : 1 : 60	
IIR			○	○		
SBR	×	×	×	×	} CB : 100 : 1 : 10	
NR	×	×	×	×		
EPDM/SBR	○	○	○	○	} CB : 100 : 1 : 60	
EPDM/NR	○	○	○	○		

○ 龜裂(無)      × 龜裂(有) 加黃 150°C×30分  
\* 屋外暴露 60日    \*\* 屋外暴露 30日

表 3. EPDM의 耐候性

物 性	日 光 曝 露			
	曝 露 前	1 年 後	2 年 後	3 年 後
硬 度(shore A)	63	69	69	70
引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	203	210	224	231
伸張率(%)	360	490	440	410
表面狀態	—	龜裂無	龜裂無	龜裂無

	NR	SBR	BR
RSS No. 1	100	SBR 1,500	BR 01
HAF 부력	50	HAF 부력	50
亞鉛華	10	亞鉛華	5
스테아린酸	3	스테아린酸	1.5
파라핀	4	파라핀	0.8
加黃促進劑 DM	2	加黃促進劑 DM	1.65
硫黃	1	" PZ	0.75
老防劑 C	1	硫黃	0.75
" D	1		

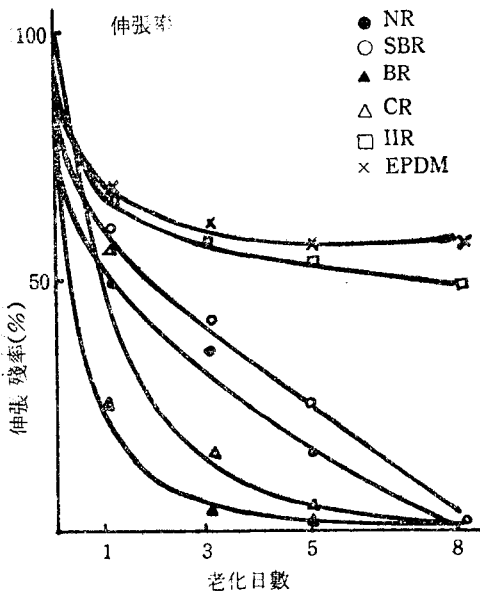
CR		IIR		EPDM	
Neoprene W	100	IIR 310	100	EPDM 301	100
HAF 부력	30	HAF 부력	50	HAF 부력	50
亞鉛華	4	亞鉛華	5	亞鉛華	5
스테아린酸	1	스테아린酸	1	스테아린酸	1
MgO	2	樹脂加黃劑*	12	加黃促進劑 TS	2.5
加黃促進劑 NA-22	0.4	鹽化第二錫	5	" M	0.5
파라핀	4			硫黃	1.5

\* Alkylphenol-Formaldehyde resin

### 2-3 耐熱性

EPDM의 標準配合品(sulur cure)은 一般의 耐熱性이 좋다고 하는 IIR의 樹脂加黃品과 거의 同等한 耐熱性을 가지며(圖 2), EPDM의 peroxide cure, su-

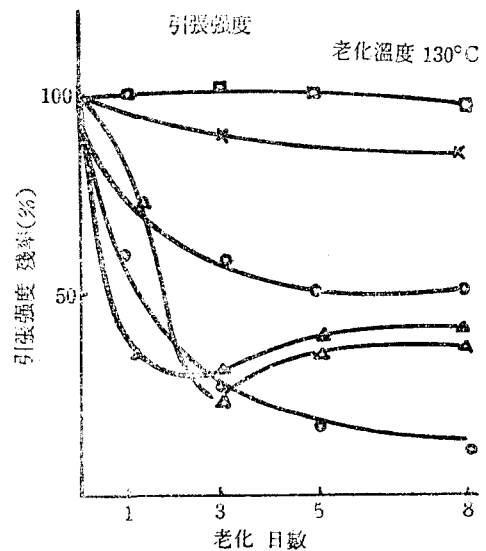
圖 2. 各種고무의 配熱性



lfur doner cure 등의 耐熱配合으로 하면 더욱 耐熱性이 向上한다.

① 熱老化條件: 기어式熱老化試驗器 130°C

② 配合: 下記와 같다.



### 2-4 耐寒性

EPDM이 耐寒性에 優秀하다는 것은 그리 알려져 있지 않은 것 같으나, 表 4 및 圖 3과 같이 BR에는 미치지 못한다 하더라도 SBR, CR, IIR 보다 훨씬 低溫까지 使用할 수 있다.

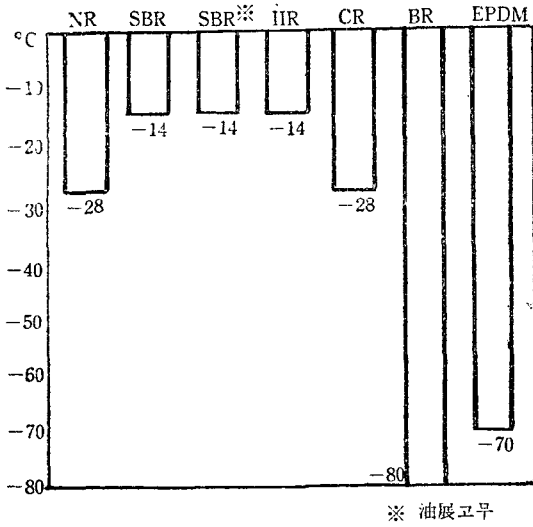
### 2-5 電氣的性質

EPDM의 電氣的性質은 한달로 이야기하면, IIR과 架橋 polyethylen 과의 거의 中間的인 性能을 나타내고(表 5), IIR 電線의 代替에는 何等의 支障이 없으며, 架橋 polyethylene 과는 아직 電氣的性質이나 價格面에

表 4. 各種고무의 glass 轉移溫度

EPDM	-40°C ~ -60°C
NR	-58°C
SBR	-33°C
CR	-39°C
BR	-66°C
NBR	-42°C ~ -45°C
Hypalon	-20°C ~ -60°C
Silicon rubber	-60°C ~ -70°C

圖 3. 各種고무의 最低 使用可能溫度



서 競合할 수 있는 곳까지는 가있지 못하나, EPDM 이 갖는 flexibility 면에서 架橋 polyethylene 의 代替 로서의 用途가 보이고 있다. 또한 EPDM 의 훌륭한 電氣的 生質도 充塡劑의 種類에 따라서 현저하게 달라지 므로 充塡劑의 選擇이 重要하다.

以上에 言及한 外에 EPDM 에는 耐藥品性, 耐水性, 耐蒸氣性, 高充塡性 등이 優秀할뿐만 아니라 여러가지 로 多樣한 밝은 色彩의 製品을 만들 수가 있다.

한편 EPDM 도 또한 여러가지의 缺點을 갖고 있다. 卽 로오루加工性, 粘着性, 接着性 등이 떨어지고 또한 blooming 하기 쉽다고 하는 問題點이 있으나, 이것들 에 對하여는 EPDM 製造의 各社마다 polymer 의 改良, 添加劑의 開發等 여러가지 手法으로 解決을 위한 研究 에 銳意努力하고 있어, 가까운 將來에 이들 問題點도 옛 이야기가 될 날이 오리라고 본다.

圖 4. EPDM 의 레오미미터의 加黃曲線

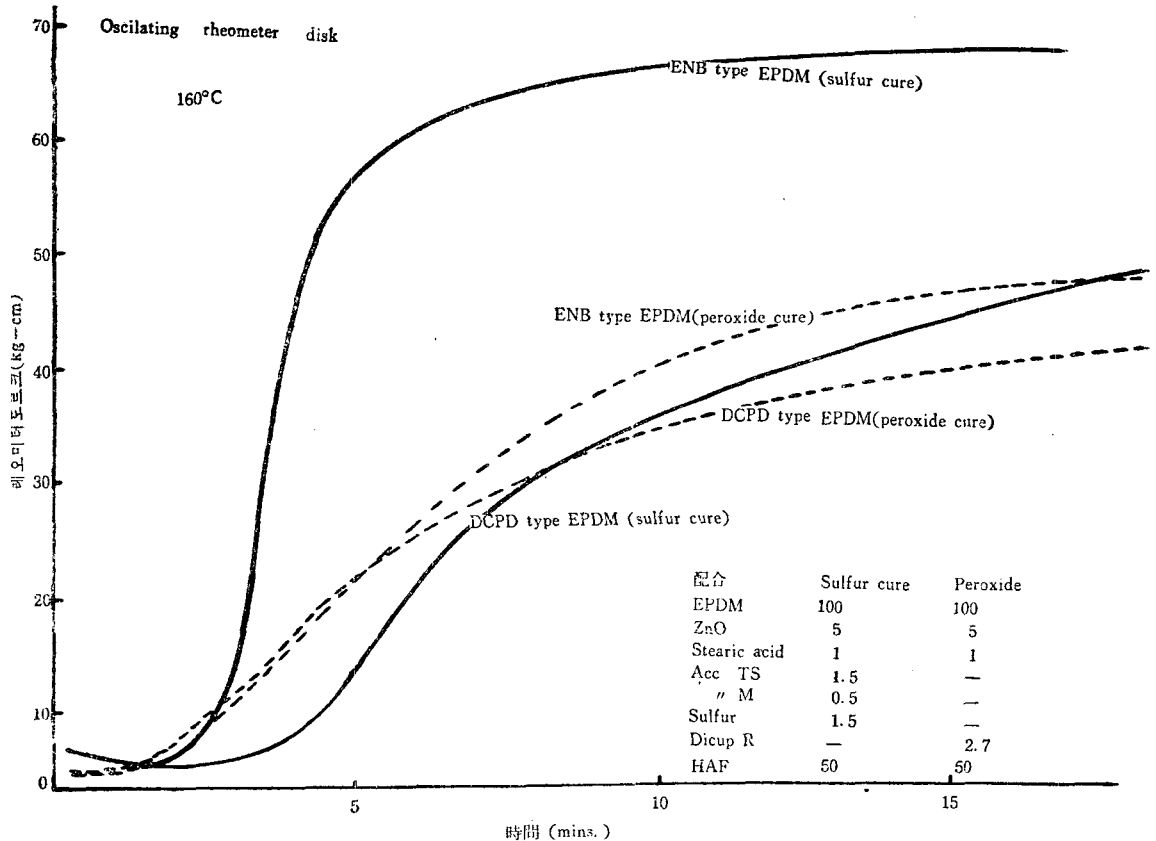


表 5. 各種材料의 電氣的性質

	EPDM	IIR	架橋 PE
體積固有低抗( $\Omega\text{cm}$ )	$10^{14}\sim 10^{16}$	$10^{14}\sim 10^{16}$	$10^{16}\sim 10^{17}$
誘電率	2.3	2.4	2.1
$\tan \delta$ (%)	0.15	0.3	0.01
耐電壓(KV/mm)	31	22	40

3. EPDM의 配合

3-1. 加黃系

EPDM는 주로 黃(sulfur) 또는 過酸化物(peroxide)로 加黃되고 그 밖의 加黃系는 거의 實用化되어 있지 않다. 黃加黃(sulfur cure)으로는 EPDM의 grade에 따라 加黃速度가 顯著하게 다르다.

Oscilating disk rheometer에 의한 加黃曲線을 圖4에 表示한다.

第三成分이 DCPD의 것 보다는 ENB의 것이 훨씬 加黃速度가 크다. 一般的으로 EPDM에 使用되는 加黃促進劑의 混用 例로는 thiuram/thiazole, thiocarbamate/thiazole, thiuram/thiocarbamate/thiazole 등이 있다.

한편 過酸化物加黃(peroxide cure)인 경우에는 二重結合뿐만 아니라 主鎖가 加黃反應에 參與하기 때문에 第三成分의 種類에 의한 加黃速度의 差가 적다 (圖4 點線)

加黃고무의 物性(특히 耐熱性)에 미치는 影響은 使用하는 peroxide의 種類도 勿論이러니와 助劑의 效果가 크다. 一般的으로 過酸化物 加黃인 境遇에는 반드시 0.3 phr 程度의 黃이 併用되고 때로는 黃外에 P-quinone dioxime, P,P'-dibenzoyl quinone dioxime, ethylene dimetharylate 등이 添加된다.

3-2. 充填劑

EPDM의 純고무 加黃物의 引張強度는 20~50kg/cm<sup>2</sup> 程度이며, 보다 強度를 높이기 위해서는 充填劑에 依해서 補強할 必要가 있다.

Carbon black의 EPDM에 對한 補強效果는 表6에 表示하는 바와 같이 沃素吸着量(粒子徑에 對應), 吸油量(structure에 對應)이 클 수록 補強效果도 커지고 이들 因子의 加黃고무 物性에 미치는 影響은 SBR이나 BR의 境遇와 같은 傾向에 있다.

無機充填劑의 補強效果를 表7에 表示한다.

表 6. EPDM에 對한 카아본부랙의 補強效果

	ISAF	HAF	MAF	FEF	GPF	SRF
카아본부랙의 特性 <sup>△</sup>						
沃素吸着量(mg/g)	132.9	95.3	60.0	50.0	30.7	31.7
吸油量(cc/g)	1,318	1,153	1,153	1,207	0.877	0.660
Mooney 粘度 ML <sub>1+4</sub> 100°C	103	97	98	98	86	80
Mooney scorch MS <sub>3</sub> 132°C	6'30"	7'15"	8'30"	8'00"	9'00"	7'30"
加黃速度 MS <sub>20</sub> 132°C	2'50"	3'30"	4'45"	4'30"	5'30"	4'15"
加黃고무物性(150°C×30')						
300% 引張應力(kg/cm <sup>2</sup> )	161	165	135	152	101	95
引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	231	220	170	175	140	125
伸張率(%)	340	350	340	330	360	350
硬 度(JIS-A)	78	78	77	77	74	72
引裂強度(B型 kg/cm)	54	54	49	53	42	41
反撥彈性(%)	57.5	60.0	65.0	63.0	67.0	66.5
永久伸率(%)	5	5	5	5	5	5
壓縮永久歪(%)	45	45	43	41	43	42
(100°C×22hrs)						

△ 沃素吸着量은 表面積, 吸油量은 構造(structure)에 關係한다.

配合 :	EPDM (ENB型)	100	促進劑 TS	1.5
	亞鉛華	5	促進劑 M	0.5
	Stearic acid	1	硫 黃	1.5
	充填劑 (50)	100	Process oil	20

( ) 內數字는 珪酸充填劑를 使用하는 境遇

表 7. EPDM 에 對한 無機充填劑의 補強效果

	表面處理 CaCO <sub>3</sub>	크 레 이	微粉 탈크	珪 酸 鹽	珪 酸
Mooney 粘度 ML <sub>1+4</sub> 100°C	43	49	40	83	102
Mooney Scorch MS <sub>3</sub> 132°C	11'45"	10'30"	15'00"	9'00"	8'45"
加黃速度 MS <sub>Δ20</sub> 132°C	11'30"	34'30"	26'00"	15'00"	3'45"
<b>160°C×40' 加黃物性</b>					
引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	191	165	146	124	241
伸 張 率(%)	690	720	650	560	810
硬 度(JIS-A)	63	61	64	70	71
壓縮永久歪(%) (100°C×22Hrs)	60.8	73.6	63.1	51.5	86.6
配合 : EPDM(DCPD 型)	100		促進劑 TS	1.5	
亞鉛華	5		促進劑 M	0.5	
Stearic acid	1		硫 黃	1.5	
充填劑 (50)	100		Process oil	20	

( )內 數字는 珪酸配合인 境遇

3-3. Process oil

EPDM 에 對하여는 naphthenic oil 이 相溶性이 좋고 物性的으로도 가장 balance 가 잡혀 있으나, 明色配合인 때는 變色이 적은 paraffinic oil 을 使用할 必要가

있다. 表 8 에 各種 process oil 과 加黃고무 物性과의 關係를 表示한다. 耐熱性이 要求될 때에는 高粘度的 process oil 가 좋다.

表 8. 各種 process oil 의 物性

粘度 (CS)	Paraffin 系		Naphthene 系			Aromatic 系				
	39.0	93.5	24.5	59.4	473.9	27.4	650	2000	12000	
37.8°C	39.0	93.5	24.5	59.4	473.9	27.4	650	2000	12000	
98.9°C	5.37	9.62	4.10	6.90	19.42	3.40	10.46	31.7	69.6	
M 200 (kg/cm <sup>2</sup> )	70	76	74	65	65	60	65	60	56	
M 300 ( " )	113	123	118	105	107	95	105	95	92	
T <sub>B</sub> ( " )	160	176	166	170	170	160	157	165	160	
E <sub>B</sub> ( % )	390	410	410	440	430	430	400	440	450	
H <sub>S</sub> (JIS-A)	70	71	70	70	70	68	69	70	70	
<b>熱老化後의 物性(150°C, 72 hr)</b>										
T <sub>B</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	140	178	149	152	163	163	162	165	170	
E <sub>B</sub> ( % )	240	290	280	270	270	260	250	260	300	
H <sub>S</sub> (JIS-A)	74	76	75	73	74	73	75	75	78	
<b>揮發分(%, 150°C, 72 hr)</b>										
	9.6	7.2	12.2	8.8		11.8	11.4	7.8	5.3	

配合 : ENB type EPDM 100  
 Stearic acid 1  
 亞鉛華 5  
 HAF black 50  
 Process oil 20  
 加黃促進劑 TS 1.5  
 " M 0.5

加黃條件 150°C, 20min.

4. EPDM 와 他고무와의 blend.

EPDM 을 NR, SBR 등 高不飽和고무에 blend 했을 때의 機械的性質은 EPDM 領域에서 極少值를 나타내 나, 最近 高沃素價 EPDM 의 出現에 依하여, 從來 EPDM 의 blend 量이 20~40%라고 하는 領域에 머물러있

던 것이 漸次로 EPDM 領域으로 移行하는 傾向이 보인다.

勿論 相對고무의 耐熱性, 耐候性, 耐 ozone 性等은 EPDM의 blend 量이 많을수록 改良效果도 크다.

耐 ozone 性, 耐候性的 改良效果를 表 9, 表 10 에 表示한다. 耐 ozone 性은 加黃고무의 modulus, 고무층

量等에 따라서도 다르나, 알기 쉬운 基準으로 NR 에 對해서는 EPDM을 40% 以上 SBR 에 對하여는 35% 以上 IIR 에 對하여는 30% 以上 blend 하면 좋다.

耐候性的 改良效果를 表 11 에 表示한다. IIR 에 EPDM을 25% 程度 blend 하면 熱老化後에 硬度的 變化를 적게하고, IIR의 粘着化를 防止할 수가 있다.

表 9. EPDM/SBR blend 系의 耐오존性

(50pphm, 20%伸張, 50°C)

blend 比	時 間 (hr)							
	2.5	5	10	25	50	100	150	200
EPDM/SBR								
10/90		E-2	E-2	E-3	E-3			
20/80		E-3	E-3	E-4	E-5			
25/75		C-3	C-4	D-5	D-5			
30/70	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
35/65	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1	A-1
配合 :	EPDM (DCPD type)		} 100		加黃促進劑 TS		1.5	
	SBR		}		" M		0.5	
	Stearic acid		1		硫 黃		1.5	
	亞鉛華		5					
	HAF black		50		加黃條件 150°C, 30min			

表 10. EPDM/SBR blend 系의 耐候性(carbon 配合)

blend 比 EPDM/SBR	100/0	75/25	50/50	35/65	20/80	0/100
Weather-o-meter 試驗						
50hr	○	○	○	○	○	○
100hr	○	○	○	○	○	×
200hr	○	○	○	○	▲	×
500hr	○	○	○	○	×	×
屋外暴露(쿠우프)						
20日	○	○	○	○	▲	×
50日	○	○	○	○	×	×

表 11. EPDM/IIR blend 物의 耐熱性 (150°C tube 式)

引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	老化日數	blend 比				
		100/0	75/25	50/50	25/75	0/100
}	0	268	250	228	205	158
	1	262	210	168	142	137
	3	242	192	136	77	47
	6	205	156	109	59	8
	10	171	150	87	51	4