

## Chlorosulfonated Polyethylene 에 對하여 (二)

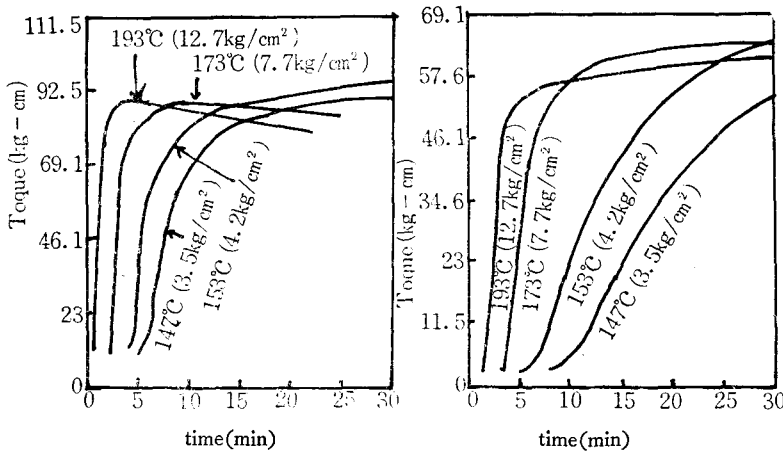
金 駿 洙\*

### VI. Chlorosulfonated Polyethylene 의 加黃方法

#### 1. 一般加黃

Chlorosulfonated polyethylene 은 일반적인 mold 加黃

其他 一般고무 加黃法으로 加黃할 수 있으며 mold 를 크롬색기하면 型分離가 좋아진다. Chlorosulfonated polyethylene 은 室溫에서 生地가 딱딱하기 때문에 커다란 mold 나 transfer mold 를 사용할 때에는 生地를 50~80°C 로 豫熱하여두면 mold 內에서의 흐름이 좋아진다. 다른 고무와 달라서 成形溫度에서는 粘度가 급격히 低下하므로 속에 들어 있는 氣泡를 없애기 위하여는 未加



Hypalon40 :	100
Litharge :	27.8
SRF black :	55
AC polyethylene 617A :	2
Aromatic process oil :	30
Accelerator DM :	0.5
Accelerator TRA :	2

(1) Carbon black/Litharge 配合

Hypalon 40 :	100
酸化마그네슘(高活性) :	4
Hard Clay :	80
Pentaerythritol(200 mesh) :	3
AC polyethylene 617A :	2
Aromatic process oil :	30
Accelerator TRA :	2

(2) Hard Clay/酸化마그네슘配合

그림 5. 加黃溫度와 加黃時間의 關係(Oscillating disc rheometer)

\* 洪陵機械工業會社

黃生地를 만들어 낼때 空氣를 完全히 빼내고 프레스加黃을 할때에도 bumping 등의 方法을 쓸 必要가 있으며 配合生地の 粘度를 上昇시켜 tight 加黃으로하여 모듈러스를 높게하는 方法을 쓰는것도 效果가 있다. 加黃溫度는 150~160°C가 적합하며 加黃溫도와 加黃時間의 關係를 보면 그림 5와 같고 압축영구줄음율에 對한 加黃時間의 影響을 보면 그림 6과 같다.

mold에서 꺼낼때에 引裂에 依한 不良品이 出來때에는 加黃溫度를 내리거나 NR 등을 10phr 程度나 그 以下를 混用하면 效果가 있다.

호오스, 가스켓등은 直接 蒸氣加黃시키는 일이 많다 그러나 교레스加黃에 比해서 加黃硬度가 낮은 경향이

있다. 특히 白色充填劑에 있어서 Silica系 Clay 配合은 押出面은 平滑하게되며 加黃이 잘되는 경향이 있다. 直接 蒸氣加黃을 할 때에는 溫度를 차츰 上昇시키는 方法을 쓰지않고 처음부터 高溫加黃 하는것이 tight한 加黃製品이 얻어진다. 따라서 加黃罐은 充分히 豫熱하여 돌 必要가 있으며 또 drain trap은 正當적으로 作動되고 있는가를 반드시 확인해 돌 必要가 있다.

Chlorosulfonated polyethylene을 熱空氣加黃 할때에는 含有水分이 加黃速度를 左右하는데 完全 乾燥空氣中에서 加黃이 되지 않는다. 그 一例로서 Chlorosulfonated Polyethylene과 樹脂를 blend한 配合物을 자기 다른 溫度에서 的 加黃進行狀況을 보면 그림 7과 같다.

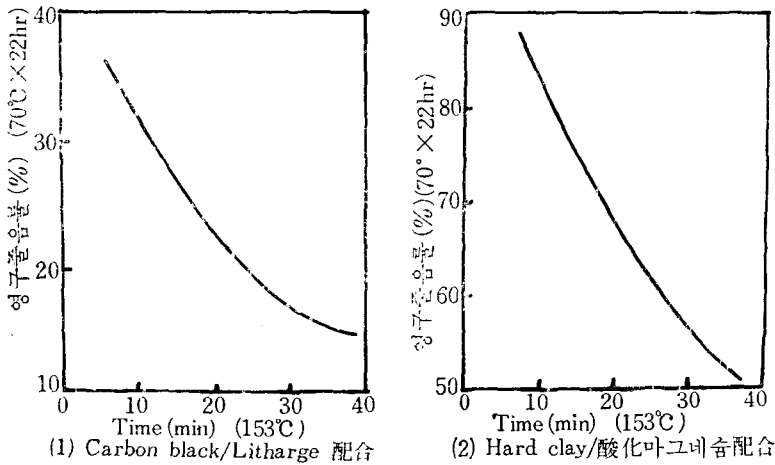
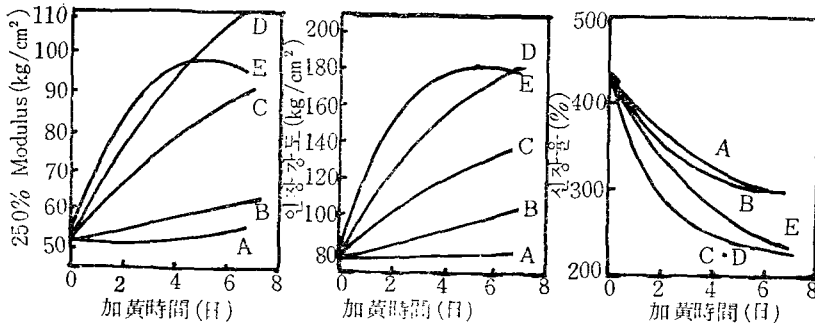


그림 6. 壓縮영구줄음율에 對한 加黃時間의 影響



配合 : Hypalon 40	100	鹽化비닐·초산비닐 共重合物(Zeon 428)	25
High Styrene 樹脂(pliolite S6 B)	25	酸化마그네슘(高活性)	20
Hard Clay	60	Pentaerythritol	3
micro Crystalline Wax	6	스테아르酸	2
Process oil	15	Accelerator TRA	2

加黃條件: 0.76mm 두께, 50°C에서 加黃

熱源: A: 乾燥空氣, B: 42% RH 空氣, C: 71% RH 空氣, D: 98% RH 空氣, E: 溫水

그림 7. 加黃時의 溫度와 物性的 關係

## 2. 特殊加黃

電線用으로는 16kg/cm<sup>2</sup>의 蒸氣를 使用하는 連續加黃이 一般化되어 있으나 Chlorosulfonated polyethylene 電線은 30~90 秒에서 完全히 加黃된다. 其他 特殊加黃으로서 LCM(Liquid curing medium)加黃 및 射出成形加黃에 對하여 記述한다.

### (1) LCM 加黃

Hypalon 을 LCM 加黃을 하기 위해서는 特殊한 配合을 必要로 한다. polymer 로서 40HV 를 使用하고 吸收劑로서 酸化칼슘 5phr 을 加한다. 低沸點의 可塑劑를 使用하는 것은 可하고 加黃溫度는 220°C 以下로 한다. 이 以上이 되면 熱分解한다. LCM 加黃物은 프레스加黃에 比해서 모듈러스, 引張強度, 硬度 등이 약간 낮다. 一般의으로 眞空押出機를 使用한다. 生地粘度 (ML<sub>1+4</sub>(100°C)) 60 以下の 配合物은 氣泡를 生成하므로 LCM 에는 적합치 않다. LCM 에 적합한 配合例를 들면 表 17 과 같다.

表 17 LCM 用 Hypalon 配合

配 合	1	2	
Hypalon 40HV	100	100	
酸化마그네슘	5	—	
Litharge(90%)	17.8	27.8	
酸化칼슘	5	5	
MT black	100	50	
SRF black	—	50	
Hi-Sil 233	60	60	
DBS	60	—	
Aromatic process oil	—	70	
Micro Crystalline Wax	3	3	
低分子量 폴리에틸렌	4	4	
Antioxidant NBC	1	—	
Accelerator TRA	1.5	2	
Mooney Viscosity ML <sub>1+4</sub> (100°C)	87	97	
Socrch Time MS (100°C)	Vm	44	45
	t <sub>5</sub> (min)	12.5	17
	t <sub>10</sub> (min)	15	22
Press Cure (153°C×30min)	100% Modulus((kg/cm <sup>2</sup> ))	53	88
	Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	125	153
	Elongation(%)	200	160
	Hardness(Shore A)	77	77

LCM Cure (204°C×60sec)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	33	—
	Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	102	—
	Elongation (%)	260	—
	Hardness(Shore A)	61	—
LCM Cure (204°C×90 sec)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	40	58
	Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	116	130
	Elongation (%)	240	160
	Hardness(Shore A)	66	66
LCM Cure (204°C×120 sec)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	39	53
	Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	116	130
	Elongation (%)	240	160
	Hardnes(Shore A)	66	66

### (2) 射出成形加黃

Hypalon 40 과 45 는 射出成形加黃에 적합하다. Litharge 酸化마그네슘과 pentaerythritol 의 混合物이나 epoxy 樹脂의 어느 加黃系도 使用할 수 있다. 加黃促進劑로는 促進劑 TRA, DM 이 使用된다. 標準프레스加黃의 153°C×20min 이 射出成形加黃의 204°C×90 秒에 相當한다. 射出成形用 配合과 加黃 data 의 一例를 들면 다음 表 18 과 같다.

表 18. Hypalon 의 射出成形 加黃用 配合

	白色配合	黑色配合
Hypalon 40	100	100
Titan White	20	—
Hard Clay	25	50
炭酸칼슘	50	—
DOP	15	—
Pentaerythritol	3	—
Epon 828	—	15
Accelerator DM	—	0.5
"    TRA	2	1.25
"    DT	—	0.25
FT black	—	25
Coumarone inden resin(液相)	—	10
低分子 폴리에틸렌	—	4
非汚染性老化防止劑	1	—
酸化마그네슘	4	—

Scorch Time MS(121°C) t <sub>10</sub> (min)		31	25							
Mooney Viscosity ML <sub>1+2,5</sub> (100°C)		60	56							
射出成形條件	Barrel 溫度(°C)	71	71							
	型 溫度(°C)	204	204							
	Screw 回轉數(rpm)	50	—							
	射出壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	470	372							
	型締壓力(kg/cm <sup>2</sup> )	350	186							
	Nozzle 徑(mm)	2.4	2.4							
	供給狀況	Strip	Strip							
加黃物性	204°C 에서 射出成形 (射出時間 3 sec 包含)	Cycle time(sec)	60	75	90	45	50	60	75	90
		Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	127	134	130	158	164	178	172	169
		Elongation(%)	580	570	560	610	640	640	640	640
		300% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	49	51	53	49	53	51	49	49
		Hardness(Shore A)	60	64	65	64	65	64	67	66
物性	Press 加黃 (153°C)	加黃時間 (min)	10	20	30	40	5	10	15	20
		Tensile Strength(kg/cm <sup>2</sup> )	120	132	134	135	127	148	149	151
		Elongation (%)	600	540	540	520	830	730	670	600
		300% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	49	53	55	56	35	46	55	56
		Hardnes(shoreA)	65	66	67	68	60	66	68	69

### (3) 被鉛加黃

호오스등에는 被鉛加黃하는 일이 있다. 鉛은 加黃促進劑 TRA 등과 反應하여 變色시키는 일이 많으므로 加黃系로서 酸化마그네슘 : 5, pentaerythritol : 3, 加黃促進劑 TT : 2, 黃 : 1, epoxy 樹脂 : 5를 使用하면 加黃速度가 빠르고 加工性도 安全하며 被鉛加黃에 依한 變色을 最少限으로 한다. 其他의 配合例를 들면 다음 表 19와 같다.

表 19 被鉛加黃 耐變色配合

Hypalon 40	100
酸化 마그네슘	5
Pentaerythritol	3
炭酸칼슘	100
Phthalocyanine green	3
DOP	20
Carbowax 4000	2
NOBS Special	1
Accelerator TRA	1

被鉛프레스加黃에 있어서의 Hypalon gel 中の 氣泡는 未加黃生地中の 空氣가 原因이다. SAF black을 加하여 高粘度로하여 Cold feed 하므로써 改善된다.

## VII. Chlorosulfonated Polyethylene 의 物性

### 1. 一般 고무物性

Chlorosulfonated polyethylene 은 다른 고무와 마찬가지로 充填劑, 軟化劑, 其他配合劑를 混合하고 變量하므로써 여러가지 物性值의 加黃物을 얻을 수 있다. 各 type의 純고무配合物性值은 이미 表 2에서 나타낸 바 있거니와 表 2에서 보는 바와 같이 type 40, 45, 48은 純고무配合에서도 높은 引張強度를 가지므로 高品質配合에서도 補強性 充填劑는 不必要하다. 45는 40에 比해서 高引張應力, 高引裂強度, 高硬度이고, 30은 高引張應力, 高應力이나 引張強度가 떨어지며 20은 純고무配合의 引張強度가 낮기 때문에 高品質加黃物을 얻기 위해서는 補強性 充填劑의 使用이 必要하게 된다 다음에 各 type에 同一量의 充填劑를 配合 했을때의 物性值를 比較한것을 보면 다음 表 20(Carbon black 配合) 및 表 21(Hard clay)과 같다.

表 20. Carbon Black 配合에 대한 各 type의 比較

配 合	phr
Hypalon (各 type)	100
SRF black	55
Accelerator DM	0.5
Litharge (90% 分散)	27.8
Aromatic process oil	30
Accelerator TRA	2

Hypalon type		20	30	40	40 S	40 HV	45	48	
Mooney Viscosity ML <sub>1+4</sub> (100°C)		25	29	42	34	85	32	39	
Scorch time MS (121°C)		Vm	14	11	18	14	38	15	13
		t <sub>10</sub> (min)	13	13	14	15	11	16	18
加黃物性 (153°C×30min)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	49	134	61	53	77	58	95	
	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	200	186	229	176	199	
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	123	160	222	200	251	209	209	
	伸張率 (%)	180	140	210	210	210	240	210	
	硬 度 (shore A)	67	89	73	69	74	70	83	
	Yerzley 反撥彈性 (%)	65	低	68	69	68	73	低	
熱老化後의物性 (121°C×7日)	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	141	188	207	197	200	190	185	
	伸張率 (%)	80	60	150	140	130	160	100	
	硬 度 (shore A)	83	90	81	80	81	79	91	
100°C에서의物性	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	35	42	70	60	91	70	63	
	伸張率 (%)	70	130	90	90	110	110	90	
引裂強度 (kg/cm)	ASTM D-624 Die C	21.4	34	35.6	36.5	36.5	40.1	34.7	
	ASTM D-470	2.5	5	2.5	2.2	2.5	3.1	2.5	
脆化溫度 (°C)		-53	-30	-60	-60	-60	-65	-38	
Clash-Berg (703kg/cm <sup>2</sup> ) (°C)		-23	16	-17	-18	-15	-21	13	
NBS 摩耗指數 (%)		175	220	360	375	395	310	360	
容積增加(70°C×7日) 水中 (%)		1.4	1.7	1.2	0.9	1.0	1.2	1.0	
ASTM #3 oil 121°C×7hr		83	13	41	46	35	86	13	
壓縮永久歪, B法 70°C×22hr (%)		34	50	14	16	13	18	18	

表 21. Hard Clay 配合에 對한 各 type 의 比較

配 合	phr
Hypalon (各 type)	100
Hard Clay	80
Pentaerythritol	3
酸化마그네슘(高活性)	4
Aromatic process oil	30
Accelerator TRA	2

어떤 경우든지 Hypalon 40 이 引張強度, 伸張率, 硬  
 度 등에서 均형이 잡혀있다. 40HV 는 練生地粘度가 높  
 고 高引張應力, 高引張強度 그리고 高溫에서의 物性도  
 우수하며 45 는 充填劑의 量이 적어도 加工性이 좋고  
 加黃硬도도 높으며 Hypalon 48, 30 어는것이나 耐油性  
 이 良好하고 48 은 低溫特性도 우수한 편이다.

고무加黃物의 硬도面에서 보면 Hypalon 은 50~80 범  
 위 정도의 配合이 可能하며 標準硬도는 60~75 로 보면  
 좋다.

Hypalon type		20	30	40	40 S	40HV	45	48	
Mooney Viscosity ML <sub>1+4</sub> (100°C)		16	15	35	29	76	26	35	
Scorch time MS (121°C)		Vm	5	5	13	11	27	10	11
		t <sub>10</sub> (min)	38	35	42	43	35	46	48
加黃物性 (153°C×30min)	100% 引張應力(kg/cm <sup>2</sup> )	56	127	42	40	53	51	65	
	200% 引張應力(kg/cm <sup>2</sup> )	86	—	74	70	91	76	102	
	300% 引張應力(kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	88	84	114	86	116	
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	97	142	186	195	255	192	153	
	伸張率 (%)	260	140	540	550	490	540	380	
	硬 度 (Shore A)	63	82	69	69	71	81	78	

100°C에서의物性	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	39	30	35	35	49	35	30
	伸張率 (%)	150	90	240	220	240	310	230
NBS 摩耗指數 (%)		70	52	91	77	106	85	78
Yerzley 反撥彈性 (%)		67	低	70	70	73	75	低
引裂強度 (kg/cm)	ASTM D-470	3.4	3.4	9.8	10.3	9.4	12	7.5
	ASTM D-624 Die C	32	27	55	53	59	60	45
脆化溫度 (°C)		-45	-5	-35	-35	-35	-48	-20
吸油量 (%) (120°C×70hr)	ASTM #1 oil	-4	-12	-11	-	-	16	-12
	ASTM # 3 oil	92	13	49	57	39	180	-13
吸水率 (%) 70°C×7日		71	52	53	49	42	39	-
熱老化後의物性 (121°C×7日)	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	162	222	153	158	186	155	171
	伸張率 (%)	120	80	190	180	180	300	140
	硬度 (Shore A)	74	91	80	78	80	84	31
壓縮永久歪, B法 70°C×22hr (%)		60	69	53	55	47	48	58

硬도가 50 以下가 되면 軟化劑를 主體로한 配合이 되어 加工성이 나빠지고 또 硬도가 80 以上이 되면 補強性 充填劑를 너무 많이 使用한 것으로서 生地粘度上昇에 의한 加工中の 發熱에 依해서 Scorch 의 위험성이 있고 또 伸張率이 극도로 떨어지게 된다. 引張強도와 伸張率의 絕對値는 다른 一般고무에서 보다 重要하지는 않다. 高品質配合에 200kg/cm<sup>2</sup> 程度의 引張強도는 쉽게 얻어진다.

伸張率은 塗布物의 配合等에서는 600~800%의 配合이 使用되며 電線이나 工業用品에서는 400~500% 이 配合이 많다. 다른 diene 系 고무보다 加黃硬度的 上昇에 의한 伸張率의 低下率이 크므로 配合表를 만드는데 특히 유의해야 할 일이다.

## 2. 特殊物性 向上을 위한 配合法

Hypalon 은 본래 耐候性, 耐熱性, 耐焰性 등이 극히 뛰어난다. 그러나 同一配合에서는 모든 物性에 최고의 값을 내기는 어려우며 각각 目的에 따라서 配合法이 必要하게 된다.

### (1) 耐候性(耐오존性)

屋外에서의 老化는 오존, 酸素, 日光의 3 因子에 依해서 일어난다.

Hypalon 은 飽和 polymer 로서 主鎖에 二重結合을 갖지 않으므로 오존老化和 酸素에 依한 酸化老화는 거의 받지 않으므로 特殊한 考慮는 必要치 않으나 紫外線의 存在下에서는 老化速度가 促進되므로 특히 우수한 耐候性을 必要로 할때에는 다음 문제들에 주의하여야 한다.

#### 1) 顔料

Hypalon 의 老化는 日光의 紫外線이 polymer 配合物의 中心部까지 浸入하여 일어난다. 따라서 이를 保護하기 위한 遮斷劑가 必要하며 그 種類와 使用量이 매우 重要하다는 것은 이미 記述한 바와 같다.

#### 2) 充填劑

耐候性만으로 比較하면 充填劑로서는 炭酸칼슘이 가장 우수하며 Chalking 을 일으키는 일이 적다. 50phr 配合物을 6年間 外部에 露出하여도 균열이나 Chalking 이 생기지 않으며 또 150phr 의 炭酸칼슘을 配合한 濃綠色 配合物도 6年間의 外部露出에서 chalking 은 생겼으나 균열은 생기지 않았다고 한다. Silica 는 1年間의 外部露出에서 균열이 생기므로 主充填劑로서는 使用할 수 없고 炭酸칼슘등의 主充填劑를 50~100 phr 使用할 때 5~10 phr 程度를 加工助劑쯤으로 使用할 수 있으며 Clay 는 50phr 程度 使用할 수 있고 黃酸바리움은 100 phr 以下면 耐候性은 良好하다. 황석 使用量이 많아지면 褪色과 chalking 의 위험이 있으며 明色配合에서는 50phr, 黑色配合에서는 75phr 이 限度다. 外部에서 오랜 세월 경과한 生地의 物理的性質이나 表面의 狀態, 色等を 잘 維持하기 위해서는 充填劑의 粒子가 微細한 것이 좋다. 充填劑의 量은 充填劑의 種類만큼 重要하지는 않으나 너무 많이 配合하면 다른 物性이나 伸張率의 低下가 현저하므로 實用에는 적합치 않다. 容量으로 生 고무 含有量이 35% 以上이면 耐候性은 實用上 지장이 없다.

#### 3) Hypalon type

Hypalon 의 各 type 에 따른 耐候性의 差異는 극히 적으나 Hypalon 40 이 제일 우수하고 모든 製品 材料에 적합하다.

ㄹ) 加黃系

色の種類와 耐水性에 따라 결정된다. 黑色配合에는 litharge 加黃系가 이용되며 6年間の 外部露出後에도龜裂이 생기지 않고 굽힘성이나 引張強度도 良好한 것으로서 加工安全性이나 加黃物性的 均衡이 잡혀있고 實用的이다. 耐水性을 必要로 하지 않을때에는 酸化마그네슘/pentaerythritol 系가 使用된다. 外部露出後의 균열이 적고 強度나 굽힘성의 유지도 良好하다. 다만 加工安全性이나 고무의 物性面에서 litharge 配合보다 떨어진다. 白色이나 着色配合에서 色安定性이 보다 우수한 것은 酸化마그네슘 20 phr 配合이다. 그러나 scorch 되기 쉽고 外部露出後 硬化한다. 따라서 굽힘성을 必要로 할때에는 酸化마그네슘을 5phr 以上 使用하면 안된다. 酸化마그네슘과 pentaerythritol 混合은 加工安全性이 풍부하고 露出後에 굽힘성도 잃지 않고 色安定性도 우수하다. 酸化마그네슘系는 耐水性이 떨어진다. 明色配合에서 耐水性이 必要치 않을 때에는 三鹽基性마레인酸鉛이 加黃劑로서 使用된다. 다만 黃의 含有量이 많은 加黃促進劑 例를들면 促進劑 TRA 등과 併用하면 變色하므로 促進劑 M 같은 것을 使用한다. 다만 M 으로는 加黃效果가 弱하므로 wood rosin 을 併用한다. 使

用量은 단독일때 40phr 혹은 25phr 과 변성페놀系의 老 化防止劑 2phr 을 併用한다. 三鹽基性마레인酸鉛은 서서히 分解하여 酸化鉛을 放出하여 酸受體가 되어 鮮明한 色相을 갖게 된다. 促進耐侯試驗에 있어서 Fade-Ometer 에서 變色하는 일이 있으나 實際로 外部에 露出하였을 때에는 거의 變色하지 않는다. 老 化防止劑 NBC도 安 定劑로서 耐侯性을 向上시킨다.

ㄷ) 可塑劑

一般的으로 5~25phr 程度 使用하면 균열에 對한 抵抗力은 影響을 받지 않으나 可塑劑의 種類에 따라서는 色安定性에 많은 影響을 준다. 상식적인 일로서 芳香族이나 naphthene 系 process oil 은 明色の 生地를 變色 시키며 paraffin 系 oil 은 Hypalon 과의 相溶性이 떨어지므로 使用量이 制限된다. 또 Hypalon 自體는 곰팡이의 營養物은 아니지만 어떤 種類의 可塑劑는 곰팡이나 菌類의 營養物이 되어 成長하는 원인이 되기도 한다. 프탈酸에스틸, 燐酸에스틸, 鹽素化炭化水素等은 營養物이 되지는 않으나 다른 可塑劑에 對해서는 注意할 必要가 있다. 이상의 各種 加黃系의 耐侯性에 關한 data 를 보면 表 22 와 같다.

表 22. 耐侯配合을 위한 加黃系

		Litharge		酸化마그네슘/ pentaerythritol			三鹽基性마레인 酸鉛	
Hypalon 20		100	100	—	—	—	—	—
Hypalon 40		—	—	100	100	100	100	100
Stabilite resin		2.5	2.5	—	—	—	2.5	2.5
昇華 Litharge		20	20	—	—	—	—	—
酸化마그네슘		—	—	20	2	5	—	—
Pentaerythritol (200mesh)		—	—	—	3	3	—	—
三鹽基性 마레인 酸鉛		—	—	—	—	—	25	40
SRF black		10	75	—	—	—	—	—
Aromatic process oil		—	35	—	—	—	—	—
Titan White		—	—	50	50	50	50	50
炭酸칼슘		—	—	50	50	50	50	50
Accelerator M		—	—	—	—	—	2	2
Accelerator DM		0.5	0.5	—	—	—	—	—
Accelerator TRA		0.75	0.75	2	2	2	—	—
Zalba Special		—	—	—	—	—	2	—
加黃直後의物性 (加黃: 153°C× 30 min)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	40	68	61	58	75	63	75
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	189	130	131	161	149	151	144
	伸張率(%)	370	200	435	450	415	530	490
	硬 度(Shore A)	70	76	73	73	75	76	77
暴露(南向 땅으로부터 45°에서)		Delaware 에서 6年間			Florida 에서 2年間			
	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	47	103	88	40	53	95	102
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	161	170	96	117	109	149	123

暴露後의 物性	伸張率(%)	270	150	190	370	330	340	190
	伸張率의 殘留率(%)	62	75	44	82	80	64	39
	硬 度(Shore A)	75	84	91	78	82	84	84
	光 澤	약간있음	약간있음	없음	없음	없음	없음	없음
	Chalking	없음	없음	없음	없음	없음	약간있음	비교적 있음
	龜 裂(20倍 擴大)	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음
	色	黑	黑	白	白	白	白	明灰色

또 露出時間에 다른 伸張率의 變化를 보면 그림 8과 같고 實用配合의 例를 들면 表 23 과 같다.

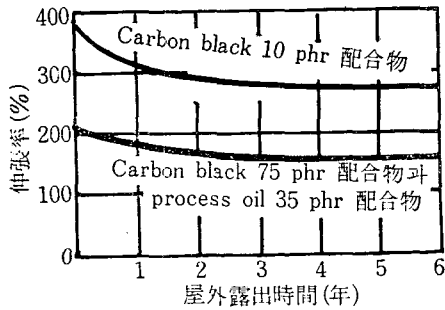


그림 8. 露出時間에 다른 切斷時 伸張率의 變化

表 23. 屋外電線用 Hypalon 被覆 配合

配 合	1	2	
Hypalon 40	100	100	
酸化마그네슘	8	10	
FEF black	—	15	
MT black	—	50	
Hard clay	50	50	
Titan white	35	—	
炭酸칼슘	50	—	
鹽化파라핀	25	25	
Vaseline	3	3	
파 라 핀	2	3	
스티아르酸	2	2	
Pentaerythritol	3	3	
促進劑 TRA	1.5	1.5	
促進劑 DM	—	1	
老化防止劑 NBC	1	1	
Scorch time MS(121°C)	Vm	15	25
	t <sub>5</sub> (min)	14	21
加 黃 物 性	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	49	102
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	120	141
	伸張率(%)	520	350
	硬 度(Shore A)	75	80

Air Oven 老化試驗 70°C×168hr	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	137	155
	伸張率(%)	470	300
	引張強度 殘留率(%)	114	112
	伸張率의 殘留率(%)	90	85
加壓酸素老 化試驗 70°C×96hr	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	120	144
	伸張率(%)	470	320
	引張強度 殘留率(%)	100	102
	伸張率의 殘留率(%)	90	91
오존試驗, 38°C. 100 ppm mandrel 卷付 28日後	균열	없음	균열
	耐候試驗(적셔서) 42日間	없음	없음
脆化溫度(ASTM D-746)(°C)		-32	-30

(2) 耐熱性

Hypalon 은 連續的으로 使用할 때와 斷續的으로 使用할 때에 耐熱溫度에 差異가 있다. 連續的으로 使用할 수 있는 最高溫度는 120°C 程度로 알려져 있으나 220°C 程度의 高溫에 短時間 露出해도 손상은 받지 않는다. diene 系고무는 加熱老化的 主要因은 空氣中の 酸素라 할 수 있으나 Hypalon 은 酸素에 依한 酸素老化的 是 거의 完全히 견딘다. 加壓酸素老化的試驗에 依한 實驗 data를 보면 表 24 와 같다.

表 24. Hypalon 의 耐老化的性

配 合	phr
Hypalon 40	100
Litharge	25
Hard clay	60
Kenflex AD	10
Aromatic process oil	17
Vaseline	3
Micro crystalline wax	2
Antioxidant NBC	3
Accelerator TRA	2
Accelerator DM	1

加黃: 16kg/cm<sup>2</sup>의 水蒸氣에서 60sec.



	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	壓縮永久歪 D470 (mm)	硬度
Original 物性	70	158	530	9.6	73
		引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	引張強度 殘留率 (%)	伸張率 殘留率 (%)
加壓酸素老化 (酸素 21kg/cm <sup>2</sup> )	70°C×96hr	151	520	95	97
	80°C×168hr	151	480	95	90
加壓加熱空氣老化 (空氣 5.6 kg/cm <sup>2</sup> )	127°C×20hr	155	410	97	77
	127°C×42hr	151	340	95	64
Air Oven 老化	70°C×168hr	158	480	100	90
	121°C×168hr	158	320	100	60
ASTM #2 oil 칠지	121°C×18hr	141	320	88	60

壓力 21 kg/cm<sup>2</sup> 의 酸素中에서 80°C×7日間 老化試驗後에도 引張強度의 殘留率이 95%, 伸張率의 殘留率이 90%이다. 따라서 다른 고무와 같이 酸化防止를 위한 老化防止劑는 考慮치 않아도 좋다. 表 24의 data에서 알수 있는 바와 같이 Hypalon의 熱老化는 加熱溫度만 考慮하면 되는데 그렇게 하면 引張強度는 거의 低下하지 않으므로 伸張率만을 留意하면 된다.

充填劑는 炭酸칼슘 또는 Soft carbon을 配合한다. Clay도 耐熱性은 良好한 편이지만 炭酸칼슘 보다는 떨어진다. 炭酸칼슘과 Clay 配合에 對한 data를 보면 表 25와 같다.

可塑劑는 될수 있는대로 揮發性이 적은 type을 택한다. 安定劑로서는 老化防止劑 NBC를 1~3phr 使用하면 效果가 있다. 老化防止劑 NBC의 添加效果를 보면 表 26과 같다.

表 25. 炭酸칼슘, 클레이 配合의 耐熱性 比較

配 合	1	2	3
Hypalon 40	100	100	100
酸化마그네슘	8	8	8
Titan white	20	20	20
鹽素化 paraffin (40%)	25	25	25
Vaseline	3	3	3
paraffin	3	3	3
스테아르酸	2	2	2
Pentaerythritol(200 mesh)	3	3	3
Antioxidant NBC	1	1	1
Accelerator TRA	1.5	1.5	1.5
Clay	100	50	—
炭酸칼슘	—	50	100

Scorch time MS(121°C)	Vm t <sub>5</sub> (min)	26	21	17
		20	21	22
加黃物物性 (16kg/cm <sup>2</sup> × 60sec)	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	81	55	32
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	148	134	120
	伸張率(%)	440	500	520
加熱空氣老化試驗 (121°C×10日)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	169	139	107
	伸張率(%)	80	170	280
	引張強度 殘留率(%)	114	94	75
	伸張率의 殘留率(%)	18	34	53

表 26. 老化防止劑 NBC의 添加效果

	1	2	3	4
Hypalon 40	100	100	100	100
酸化마그네슘	8	8	8	8
Titan White	20	20	20	20
Hard clay	50	50	50	50
酸化칼슘	50	50	50	50
鹽素화파라핀(40%)	25	25	25	25
Vaseline	3	3	3	3
Paraffin	3	3	3	3
스테아르酸	2	2	2	2
Pentaerythritol(200mesh)	3	3	3	3
加黃促進劑 TRA	1.5	1.5	1.5	1.5
老化防止劑 NBC	—	1	2	3

Scorch time MS(121°C)	Vm t <sub>5</sub> (min)	17	17	17	17
		19	19	17	15
加黃物物性 (16kg/cm <sup>2</sup> × 30sec)	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	74	49	39	33
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	127	127	120	134
	伸張率(%)	480	550	590	600
	永久伸張率 U.L(cm)	1.12	1.07	1.04	1.09
熱空氣老化 (121°C×10日)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	156	134	111	106
	伸張率(%)	140	200	260	330
	引張強度 殘留率(%)	123	105	92	79
	伸張率의 殘留率(%)	29	33	44	55

Hypalon의 各溫度에 對한 熱老化 data는 表 27과 같다. 表 27의 配合은 濕도가 적은 乾燥한 곳에서 使用된다.

着色性이나 耐水性을 약간 회생시켜도 靨함을 때에는 酸化마그네슘 10 phr과 litharge 20 phr을 併用하면 最大의 耐熱性을 부여할 수 있다. 金屬酸化物과 促進劑의 併用으로 最高의 加黃狀態를 얻기 위해서는 最少限 酸化마그네슘 단으로는 10phr, litharge 단으로는 40 phr을 必要로 한다. 熱에 對한 安定性을 最高로 유지하기 위해서는 加黃狀態를 最高로 할 必要가 있다. 酸

表 27. Hypalon 의 各溫度에 對한 熱老化試驗

配 合	phr
Hypalon 40	100
酸化마그네슘	4
Hard clay	40
炭酸칼슘	40
Titan White	20
Vaseline	3
Micro crystalline Wax	2
Harflex 300	17
Pentaerythritol (200 mesh)	3
Antioxidant NBC	3
Accelerator DM	1
Accelerator TRA	1.5

加黃: 1.19mm 두께로 #12 AWG Al 線上에 被覆하여 16kg/cm<sup>2</sup> 蒸氣에서 60sec.

Original 物性	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	壓 縮 永 久 歪 UL (mm)	硬 度 (Shore A)	比重
	引 張 強 度 (kg/ cm <sup>2</sup> )	伸 張 率 (%)	引 張 強 度 殘 留 率 (%)	伸 張 率 殘 留 率 (%)		
	32	141	580	8.7	65	1.58
Air Oven 老化	113°C × 10日	134	500	95	86	
	113°C × 20日	162	490	115	84	
	113°C × 40日	141	470	100	81	
	113°C × 60日	134	460	95	79	
	121°C × 10日	134	490	95	84	
	121°C × 20日	—	—	—	—	
	135°C × 10日	130	320	92	55	
	150°C × 3日	127	350	90	60	
ASTM # 2 oil 침지, 121°C × 18hr	155	540	110	93		

화마그네슘과 litharge 를 併用하면 各各을 單獨으로 使用했을때 보다도 높은 加黃狀態가 되며 熱老化性도 良好하여 진다. 그림 9는 150°C에 있어서의 熱老化의 graph를 나타낸 것이다. 여기에서 알 수 있는 바와 같이 Hypalon 加黃物의 熱老化度의 判定은 伸張率의 低下로 가능할 수 있다. 實用上 伸張率은 100% 以下가 되면 高彈性能體의 特性이 없어진다. 各溫度에서 伸張率이 100%가 될 때까지의 經過時間의 graph를 보면 그림 10과 같다. 그림 10을 보면 各溫度에서의 使用壽命을 豫測할 수 있다.

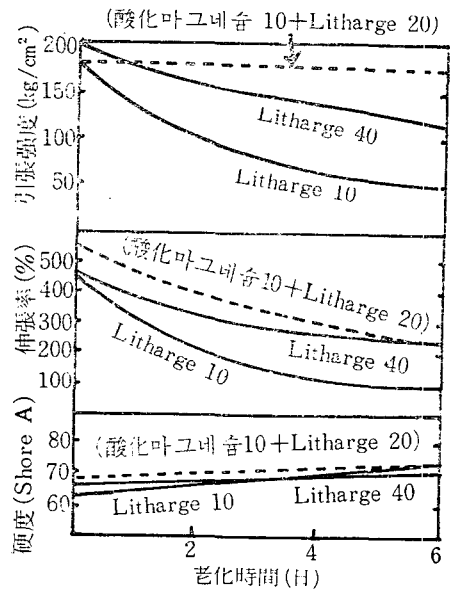


그림 9. 熱老化(150°C)에 對한 Litharge 濃度의 영향

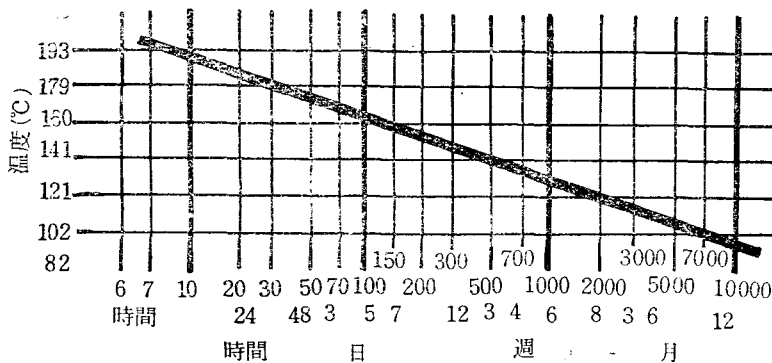
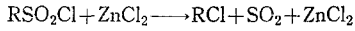
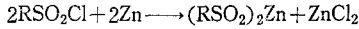


그림 10. 高溫에서의 Hypalon 의 耐久性

亞鉛華는 다른 고무에는 널리 사용되지만 Hypalon에서는 耐熱老化性を 현저하게 低下시킨다. 亞鉛華 뿐만 아니라 스테아르酸亞鉛等の 亞鉛誘導體도 Hypalon을 현저하게 不安定하게 하므로 사용하면 안된다. 亞鉛에 의한 老化反應은 다음과 같은 것으로 여겨지고 있다.



### (3) 耐水性

물속에 浸漬되는 條件이 短時間 또는 斷續的일 때에는 酸化마그네슘 加黃系로도 좋으나 물속에 계속 浸漬되거나 容積膨潤이 극히 적은것이 要求될 때에는 litharge 加黃이 必要하게 된다. 高溫의 물속에서 長期間 사용되는 絕緣體 配合에는 litharge 40phr이 사용되며 最高의 耐水性이 必要치 않을 때에는 litharge 25phr로 充分하다. 酸化마그네슘加黃과 litharge 加黃系의 耐水性 比較 그리고 浸水後의 電氣特性을 比較하면 表28과 같다. 充填劑로는 Soft Carbon, 沈降性 黃酸마리움, hard clay 등이 吸水性은 적다. 炭酸칼슘과 silica系는 吸收성이 크기때문에 사용하면 안된다. 加黃은 完全한 tight 加黃이 必要하며 強力한 加黃促進劑 例컨대 加黃促進劑 TRA 0.75~1.0phr+加黃促進劑 DM 0.5phr+

安定劑 NBC 3phr(NBC는 加黃促進의 效果가 있다)과 같은것을 混用할 必要가 있다.

表 28. 各種 金屬酸化物을 사용했을때의 物性比較

使用目的 配合	一般	最高의	最高의	色物
	配合	耐水性	耐熱性	
配合	配合	配合	配合	配合
Hypalon 40	100	100	100	100
老化防止劑 NBC	3	3	3	—
Hard Clay	60	60	60	75
FEF black	15	15	15	—
Kenflex A	10	10	10	—
process oil	17	17	17	—
Vaseline	3	3	3	3
Microcrystalin Wax	2	2	2	2
Litharge	25	40	20	—
酸化마그네슘	—	—	10	20
Accelerator DM	1	1	1	—
Accelerator TRA	2	2	2	2
스테아르酸	—	—	—	2
Titan White	—	—	—	20
顏料	—	—	—	2
鹽素화파라핀(40%)	—	—	—	25
AC polyethylene 617A	—	—	—	3

加黃條件		CV 加黃 16kg/cm <sup>2</sup> × 80sec	CV 加黃 16kg/cm <sup>2</sup> × 60sec	CV 加黃 16kg/cm <sup>2</sup> × 60sec	蒸氣加黃 4.2kg/cm <sup>2</sup> × 12min
加黃物의 物性	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	63.3	72.4	102	80.9
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	144	133.6	140.7	105.5
	伸張率 (%)	540	470	440	400
吸收率(70°C×1週間) 重量增加 mg/in <sup>2</sup>		9.5	3.9	146	257
酸素老化試驗 (2kg/cm <sup>2</sup> , 70°C×96hr)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	70.3	80.9	105.5	87.9
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	154.7	119.5	133.6	123.1
	伸張率 (%)	530	450	425	360
脆化溫度 (ASTM D-746) °C		-35	-33	-36	-33
熱空氣 老化試驗 (70°C×7日)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	—	105.5
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	—	133.6
	伸張率 (%)	—	—	—	330
熱空氣 老化試驗 (121°C×7日)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	126.6	112.5	126.6	—
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	151.2	147.7	161.8	—
	伸張率 (%)	370	370	280	—
熱空氣 老化試驗 (150°C×7日)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	119.6	—
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	—	—	130.1	—
	伸張率 (%)	—	—	220	—
加壓空氣 老化試驗 (空氣壓 5.6kg/cm <sup>2</sup> , 127°C×20hr)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	105.5	116	—	—
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	140.7	147.7	—	—
	伸張率 (%)	420	360	—	—

浸油後의物性 (ASTM #2 oil, 121°C×18hr)	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	77.4	80.9	91.4	70.3
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	140.7	119.5	112.5	98.5
	伸張率 (%)	420	350	320	280
電氣特性 (24°C×16hr, 물속에浸漬後)	絶緣抵抗 megohm/1,000ft	150	166	155	20
	誘電率 1,000cps.	8.3	7.9	9.0	9.2
	力率 (%) 1,000cps.	3.1	3.5	3.7	6.5
	破壞電壓 (volt/mil)	684	719	679	668

(4) 耐化學藥品性

化學構造에서 알수 있는 바와 같이 Hypalon 은 酸, 알카리 其他 많은 化學藥品에 견디는 性質을 가지고 있다. 특히 強力한 酸化劑에 抵抗性이 있다. 實際로는 水溶液의 狀態로 使用되는 일이 많기 때문에 耐水性이 必要하다. 따라서 耐水配合인 litharge 20~40phr의 加黃系를 使用한다. 그러나 66 Bc 以上の 黃酸, 70% 以

上의 室酸에서는 酸化마그네슘 加黃系쪽이 약간 良好한 結果를 나타낸다. 充實劑로는 carbon black, hard clay, 沈降性黃酸바리움 등이 適合하며 炭酸칼슘은 使用할 수 없다. 軟化劑는 可及的이면 最少限으로 줄이고 容積膨潤을 最少限度로 유지하기 위하여 tight 加黃이 必要하며 主要한 化學藥品에 對한 抵抗性을 보던 表 29와 같다.

表 29. Hypalon 의 耐化學藥品性

化 學 藥 品	溫(°C) 度 程 度	化 學 藥 品	溫(°C) 度 程 度
Asphalt	室 溫 C	水酸化바리움	93 A
Aceton	" B	水酸化마그네슘	" A
亞麻仁油	" A	水 素	室 溫 A
Ammonia (無水)	" B	스테아르酸	70 B
一酸化炭素	93 A	Phenol	室 溫 B-C
iso octane	室 溫 A		70 C
isopropyl alcohol	" B	비 누 액	93 A
ethyl alcohol	93 A	세바신酸디에틸	室 溫 B
ethylene glycol (4日)	70 A	大 豆 油	" A
鹽化 ethyl	室 溫 B-C	炭 酸 氣 體	93 A
鹽化第一錫	93 A	탄 닌 酸 10%	室 溫 A
鹽化第二鐵, 15%(24日)	室 溫 A	Terpentine oil	" C
60%(1年)	" A	桐 油	" A
鹽化마그네슘 (30日)	104 A	Triethanol amine	70 A
鹽化 methylene	室 溫 C	Trichloroethylene	室 溫 C
鹽酸, 20% (14日)	22 A	Toluene	" C
20% (14日)	70 A	나 트 륜 鹽	93 A
38% (14日)	22 A	Naphtha	室 溫 B-C
38% (14日)	70 A-B	Naphthaleine	" C
鹽素가스, 濕(14日)	室 溫 B	二鹽化 ethylene	" C
오 레 인 酸	" B	Glue	93 A
과산화나트륨	93 A	二酸化黃, 液體 (7日)	室 溫 A
가 성 카 리	" A	Nitrobenzene	" C
수산화나트륨용액 20%	" A	젓 산	" A
50%	141 A	燃 料 油	70 B
73%	138 A	진 한 室 酸 (7日)	22 B-C
Gasoline	溫 室 B	發 煙 黃 酸	室 溫 C
개 미 산	" A	팔 미 던 酸	" B
구 연 산	" A	피 크 린 酸	" A
글 리 세 린	93 A	피 마 자 油	70 A

Glucose	93	A	빙 초 산	室 溫	B
Creosote 油	室 溫	B-C	빙 초 산	70	C
크롬酸 20% (14日)	22	A	弗化珪素酸	121	A
	70	A	弗化珪素酸중기 (4個月)	121~149	A
50% (14日)	22	A	48% (77日)	70	A
	70	A	弗化硼酸	室 溫	A
Chloroform	室 溫	C	Diocetyl phthalate	"	B
식 유	"	B	Butane	"	A
鑛 油	"	A	Butyl aldehyde	"	B-C
초 산 아 밀	"	C	Furfural	"	B
초 산 에 틸	"	C	프레온-12 (8日)	"	A
초 산 부 틸	"	C	Hexane	"	A
作 動 油	93	A	붕 산	93	A
三酸化黃	室 溫	B	붕 사	93	A
酸性亞黃酸칼슘	93	A	물 (7日)	70	A
酸洗溶液(窒酸 20%, HF 4%)	室 溫	A	(28日)	100	A
次亞鹽素酸칼슘 (20%)	93	A	Methyl alcohol	93	A
次亞鹽素酸나트륨 22% (14日)	22	A	棉 實 油	22	A
22% (14日)	70	A	無水 초 산	室 溫	A
Diaceton alcohol (4日)	室 溫	A	락 카	"	C
시안화수소산	"	A	Reference fuel B (70 hr)	25	B
중크롬산칼륨	93	A	黃化水素	室 溫	A
酒 石 酸	93	A	黃酸, 50% (14日)	70	A
윤 활 유	70	B	66° Be(14日)	22	A
질 산 20% (14日)	22	A	66° Be(14日)	50	B
20% (14日)	50	B	黃酸알루미늄 (300 hr)	100~121	A
水 銀	室 溫	A	黃酸암모니움	93	A
水酸化암모니움	93	A	磷酸, 20%	93	A
水酸化칼슘	93	A	70%	93	A
四鹽化炭素	室 溫	C	85%	93	A
Cyclohexane	"	C	磷酸 tributyl	室 溫	C

A: 거의 또는 전혀 영향을 받지 않음. B: 약간~中間程度的 영향을 받음. C: 큰 영향을 받음.

### (5) 耐油性

Hypalon 은 30% 内外의 鹽素를 含有하고 있으므로 中間程度的 耐油性을 가진 彈性體이다. Hypalon 의 type 別로 考察하던 鹽素含有量이 많은 48과 30이 特히 우수한 편이다. Hypalon 은 炭化水素系나 燃料系의 oil에 견디고 特히 高溫에서 이들 oil에 接觸할 때 效果가 있다. 耐化學藥品性과 耐油性 配合의 例를 들면 表 30과 같다.

表 30. 耐油, 耐化學藥品配合

配 合	1	2
Hypalon 40	100	100
Litharge	25	—
Epon 88	—	15
SRF black	40	40
Accelerator DM	0.5	0.5
Accelerator TRA	2	1.5
Accelerator DT	—	0.25

加黃物의 物 性 (153°C×30min)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> ) 引張強度(kg/cm <sup>2</sup> ) 伸張率(%) 硬 度(Shore A)	Scorch time MS(121°C)	Vm	t <sub>10</sub> (min)
		27	14	30
	84	228.5	200	77
	24.5	218	350	67
耐 化 學 藥 品 性	20% 크롬酸	22°C×14日	-0.8	-0.7
		70°C×14日	5.6	6.7
	50% 크롬酸	22°C×14日	1.0	2.4
		70°C×14日	-1.8	-3.9
	20% 鹽 酸	22°C×14日	1.2	0.9
		70°×C14日	5.1	5.9
38% 鹽 酸	22°C×14日	1.9	0.9	
	70°C×14日	9.9	10.9	

(容積增加%)	20% 窒酸	22°C×14日	2.0	0.8
		50°C×14日	31.9	10.5
	진한窒酸	22°C×7日	10.1	18.5
	50% 黃酸	70°C×14日	-0.3	-1.6
	66% Be 黃酸	22°C×14日	3.3	5.4
		50°C×14日	12.3	23.9
	22% 次亞鹽 素酸소다	22°C×14日	-0.3	-0.6
		70°C×14日	-0.2	-0.1
	ASTM #3 oil	100°C×70hr	62.5	64.6
	ASTM Ref. Fuel B	22°C×3日	59.1	62.0
棉實油	22°C×7日	3.7	3.9	
及水率	70°C×7日	2.9	3.3	

### (6) 耐焰性

Hypalon 은 含有鹽素分이 많기 때문에 自然性은 없으며 火焰을 멀리하면 자기 스스로 꺼진다. 加黃系로는 litharge 系가 酸化마그네슘系 보다 약간 耐焰性이 良好하다. 充填劑는 Carbon black 또는 clay 가 適合하다. 炭酸칼슘은 比較的 燃燒를 助長하므로 使用하는 것을 피하는 것이 좋고 軟化劑는 使用치 않는 것이 좋으며 必要하면 TCP 나 鹽素화파라핀 등을 使用한다. 難燃劑로는 값이 비싸기는 하지만 三酸化안치몬등의 添加를 들 수 있다.

### (7) 低溫特性

Hypalon 의 低溫特性을 type 別로 보면 鹽素含有量이 적은 20, 40, 45 가 좋은편이다. 低溫特性을 改善하기 위하여는 充填劑를 可及의 적게 使用하는 것이 좋다. 에스텔系의 可塑劑를 10phr 以上 使用하면 脆化點을 -40~-60°C 의 범위까지 떨어뜨릴 수 있다. 그러나 굽힘성은 -18°C 정도부터 떨어지게 된다. 에스텔系를 30phr 以上 使用하면 -40°C 부근에서도 굽힘성을 유지하지만 引張物性은 多少 떨어진다. 다른고무와 달라서

表 31. 低溫用 Sheath 配合

配 合	1	2
Hypalon 40	100	100
Litharge	25	25
DOS	30	30
Vaseline	3	3
加黃促進劑 DM	1	1
加黃促進劑 TRA	2	2
老化防止劑 NBC	3	3
FEF black	15	14
Hard clay	60	—
比 重	1.49	1.35

加黃物의 物 性	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	83	77
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	141	155
	伸張率(%)	380	350
	壓縮永久歪(D-470)(mm)	4.6	2.0
	引裂強度(D-470)(kg/cm)	4.6	3.7
Air oven 老化試驗 (70°C×168hr)	硬 度(Shore A)	65	67
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	144	148
	伸張率(%)	310	240
	引張強度 殘留率(%)	102	95
加壓酸素 老化試驗 (70°C×72hr)	伸張率의 殘留率(%)	81	74
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	137	158
	伸張率(%)	360	300
	引張強度 殘留率(%)	97	102
Oil 浸漬 (ASTM #2 oil, 121°C×18hr)	伸張率의 殘留率(%)	94	85
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	162	165
	伸張率(%)	280	230
	引張強度殘留率(%)	115	107
低溫脆化(D-476)(°C)	伸張率의 殘留率(%)	73	65
	Gehman torsion test (-54°C×15min) 剛性比	415	493
		-66	-68

※ Press 加黃: 153°C×10 min

脆化溫도와 低溫굽힘성의 相關性이 떨어지는點은 注意할 必要가 있다. 또 NR, SBR, BR 等과 blend 하므로서 低溫特性을 改善할 수 있다. 低溫用 配合例를 들면 表 31 과 같다.

### (8) 電氣特性

Hypalon 의 一般配合物의 電氣特性值를 들면 表 32 와 같다.

表 32. Hypalon 의 電氣特性

絶緣抵抗(MΩ/I, 000ft)	600~1000
體積固有抵抗(ohm/cm)	1×10 <sup>14</sup>
誘電率(1,000 cps)	7~8
力 率(%) (1,000 cps)	5~7
絶緣破壞電壓(V/mil)	500
表面抵抗(ohm)	1×10 <sup>13</sup>
比絶緣抵抗(13°C 에서의 係數)	1800~3000

이 性質은 低電壓(600 Volt 以下)일 때에는 絶緣絶 Sheath 材로서 充分히 使用할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 다른 物性, 耐코로나性, 耐候性, 耐오른性등이 극히 우수하므로 다른 絶緣材料위에 保護자켓으로서 被覆 使用되고 있다. 充填劑로서는 카아본블랙이나 에스텔系 可塑劑는 電氣特性을 低下시키므로 絶緣用配合일 때에는 最少限度만을 使用하는것이 좋으며 加黃

促進劑 TRA 가 많으면 絶緣抵抗이 떨어진다. 石油系 可塑劑는 에스텔系 可塑劑에 比하여 絶緣抵抗性이 良好하다.

Litharge 加黃物은 耐水 前後에 있어서의 電氣特性이 酸化마그네슘 加黃物 보다 우수하다. Hypalon 은 원래 耐오존性인 polymer 이므로 코로나放電에 依하여 發生하는 高濃度의 오존에 侵蝕되지 않는다. 電線材料로서 코로나放電에 對한 抵抗性은 耐오존性 以外에 電氣特性의 損失이나 表面侵蝕에 對한 抵抗性도 要求되지 不한 Hypalon 은 이點에서 極히 우수하다.

U形電極板의 性能試驗 例로서

① 黑色 Hypalon 絶緣體(#14 AWG 導體를 被覆한 1.59mm 두께)는 破損될때까지 연속 8kV/mm 에서 3,700 時間을 要하고 ② 着色 Hypalon 絶緣體(#14 AWG 를

表 33. Hypalon 電力 Cable(600V), Sheath 絶絲配合(黑色)例

Hypalon 40	100
Litharge	40
Hard clay	60
FEF black	15
Kenflex AD	10
Aromatic proces oil	17
Vaseline	3
Heliozone	2
Antioxidant NBC	3
Accelerator DM	1
Accelerator TRA	2

加黃: 16kg/cm<sup>2</sup> 水蒸氣中에서 30 sec.

加黃物의 物性	200% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	引張度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	硬 度 (Shore A)	
	90	148	530	76	
老化后의 物性	引張度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸張率 (%)	引張殘留率 (%)	伸張率殘留率 (%)	
Air Oven 老化 (121°C×7日)	172	280	116	53	
加 壓 酸素老化	70°C×96hr	151	525	102	99
	80°C×7日	151	500	102	94
加壓加熱 空氣老化	127°C×20hr	137	340	92	64
	127°C×42hr	148	320	100	60
屋外暴露, Florida 4年	185	450	130	88	
당속에 묻고 4年	179	475	122	103	
ASTM #2 oil, 121°C×18hr	155	380	105	72	

浸水后의 電氣의 性質  
絶緣抵抗: (MΩ/1,000ft), 誘電率: (1,000cps), 力率(%): (1,000cps)

24°C 물	絶緣抵抗	誘電率	力率	75°C 물	絶緣抵抗	誘電率	力率
1日	194	10.23	6.88	7日	0.54	11.53	8.88
7日	210	10.20	5.75	14日	0.69	11.23	8.13
14日	191	9.77	6.06	28日	0.70	10.99	7.74
30日	172	10.51	8.05	56日	0.71	11.08	8.43
60日	144	10.40	6.90	5개월	0.86	12.62	9.03
90日	148	10.59	7.02	8개월	0.66	13.42	9.77
				10개월	0.80	13.47	8.86
				22개월	0.65	14.45	7.85

表 34. Carbon black 添加量과 電氣特性

	1	2	3	4	5	
Hypalon 40	100	100	100	100	100	
Litharge(90% 分散物)	28	28	28	28	29	
Aromatic process oil	10	10	10	10	10	
Vaseline	3	3	3	3	3	
Micro Wax	2	2	2	2	2	
Antioxidant NBC	1	1	1	1	1	
Accelerator TRA	1	1	1	1	1	
SAF black	30	20	10	5	—	
Hard clay	40	60	75	90	100	
Scorch time MS (121°C)	Vm	33	30	25	23	21
	t <sub>10</sub> (min)	16	16	18	21	22
押出한 棒狀中の 空氣量 (%)	0.4	0.5	1.3	3.3	6.6	
加黃物의 物性 (press 加黃:	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	148	139	113	114	106
	引張强度 (kg/cm <sup>2</sup> )	211	183	158	151	148

153°C×45min)	伸張率(%) 硬 度 (Shore A)	320 76	360 76	440 74	460 74	530 72
電 氣 的 性 質	體積固有抵抗(ohm/cm)	$1.48 \times 10^9$	$4.9 \times 10^{12}$	$9.3 \times 10^{12}$	$8.3 \times 10^{12}$	$1.0 \times 10^{13}$
	誘電率(1,000 cps)	測定範圍外	17.6	8.5	7.2	6.2
	力率(1,000 cps)(%)	測定範圍外	11	2.2	1.6	1.4
	絕緣破壞電壓(V/mil)	140	300	800	850	1,100

表 35. Process oil 量 變化와 電氣特性

	1	2	3
Hypalon 40	100	100	100
Litharge (90% 分散劑)	28	28	28
SAF black	20	20	20
Hard clay	60	60	60
Vaseline	3	3	3
Micro crytalline Wax	2	2	2
Antioxidant NBC	1	1	1
Accelerator TRA	1	1	1
Aromatic process oil	10	20	30

Scorch time MS(121°C)	Vm	30	20	14
	t <sub>10</sub> (min)	16	20	22

押出한 棒狀中の 空氣量(%)	0.5	1.0	1.5	
加黃物의 物 性 (153°C × 45min)	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	134	104	91
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	183	160	160
	伸張率(%)	360	430	360
	硬 度(Shore A)	76	72	68

電 氣 的 性 質	體積固有抵抗(ohm/cm)	$4.9 \times 10^{12}$	$4.9 \times 10^{12}$	$5.6 \times 10^{12}$
	誘電率(1,000 cps)	17.6	15.6	14.7
	力率(1,000 cps)(%)	11	10.3	10.1
	絕緣破壞電壓(V/mil)	300	310	360

被覆한 1.19mm 두께)는 연속 12kV/mm에서 2,000 시간을 요한다. 따라서 中間程度(5kV)의 電壓을 받고 생기는 코로나放電에 의한 損傷에 充分히 견디므로 Sheath 材로 利用된다. 耐코로나放電을 向上시키는데는 Hypalon의 電氣特性을 向上시키는 것과 카아본블랙을 最少限度 使用하는 일이다. 電力케이블의 絕緣 및 Sheath (600V)用 配合의 物性和 電氣特性值를 보면 表 33과 같고 또 카아본블랙의 添加量 變化에 따른 電氣的物質을 보면 表 34와 같으며 process oil 添加에 따른 電氣的性質의 變化를 보면 表 35와 같다.

(6) 高充填廉價配合

非補強性 카아본블랙 또는 Soft clay와 값이싼 石油系 可塑劑를 大量으로 使用하면 良好한 加黃物性을 가진 값싼 配合物을 얻을수 있다. polymer로는 Mooney 粘度가 높은 40HV를 使用하면 未加黃生地가 딱딱하고 氣泡가 적으며 押出할 때나 加黃할 때에 이그러지는 일이 적다. 40HV를 混練할때의 發熱은 40보다 약간 높으나 oil을 많이 使用하므로써 해결된다. 加黃物도 40 HV를 使用하면 引張強도와 伸張率이 向上된다. Hypalon 40과 40HV를 使用하여 高充填한 配合例의 그 物性을 보면 表 36과 같다.

表 36. Hypalon 高充填 配合

配 合	1	2	3	4	5	6
Hypalon 40	100	—	100	—	100	—
Hypalon 40 HV	—	100	—	100	—	100
Litharge (90% 分散)	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2	22.2
Polyethylene glycol	3	3	3	3	3	3
MT black	400	400	300	300	200	200
芳香族系 process oil	160	160	110	110	60	60
Thiuram M	2	2	2	2	2	2
Sulfur	1	1	1	1	1	1
比 重	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
生地溫度(Banbury 3分 내림)(°C)	93	99	96	104	119	135

Mooney Viscosity ML <sub>1+4</sub>	100°C	11	19	16	33	34	70
	121°C		9	18	13	31	28



Scorch time MS (121°C)		Vm	5	9	8	14	13	35
		t <sub>5</sub> (min)	11	9	11	8	10	6
		t <sub>10</sub> (min)	14	11	13	10	12	8
押出特性 (1.27cm 棒狀)	押出速度 (cm/sec)	5.1	4.1	3.1	3.1	3.1	2.03	
	" (g/min)	670	650	580	600	640	380	
	Die Swell (%)	10	22	25	37	36	38	
	原料溫度 (°C)	86	90	90	93	94	96	
	外觀	平滑	平滑	平滑	약간무늬	平滑	무늬	
	氣泡體積比 (%)	5	3	2	0.5	2.5	—	
Green Strength (平板 135°C×10min 프레스)	室溫 (kg/cm <sup>2</sup> )	49	69	67	76	91	98	
	100°C (kg/cm <sup>2</sup> )	16	28	23	40	42	58	
加黃物の物性 (153°C×30min)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	63	61	67	65	71	81	
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	90	97	104	109	121	132	
	伸張率 (%)	175	200	185	215	200	225	
	硬 度 (Shore A)	77	77	76	76	78	78	
壓縮永久歪, B法 70°C×22hr (%)		22	21	19	16	16	14	

### (10) 樹脂配合

Hypalon 에 相溶性이 있는 樹脂, 例들들면 high styrene 樹脂 또는 鹽化비닐과 酢酸비닐의 共重合樹脂 10~15 phr 를加하면 剛性이 올라가고 押出速度가 빠르며 表面이 平滑하게 된다. 粘度, 引張應力, 硬度, 耐摩耗性 등이 向上되는 反面 引張強度, 伸張率 등은 低下된다. 添加樹脂量이 100phr 以上이 되면 樹脂의 플라시틱의 性質이 나와서 永久伸張率이 커지고 高溫에서는 熱可塑性이 된다.

鹽化비닐과 초산비닐 共重合樹脂로는 14~15% 含有하는 Geon 435 등이 使用되며, high styrene 樹脂로는 Styrene 85% 程度의 Pliolities S6B 등이 使用된다. 添加量은 使用目的에 따라 다르나 25 phr 을 配合했을 때의 物性值를 들면 表 37 과 같으며 電線카아버, 호오스, 스펀지 등에 使用된다.

表 37. Hypalon 의 樹脂配合

配 合	1	2	3
Hypalon 40	100	100	100
酸化마그네슘	20	20	20
Hard clay	60	60	60
Aromatic process oil	15	15	15
Micro crystalline Wax	6	6	6
스테아르酸	2	2	2
Pentaerythritol	3	3	3
Accelerator TRA	2	2	2
鹽化비닐/酢酸비닐共重合體 (Geon 428)	—	25	—
High Styrene 樹脂(pliolite S6B)	—	—	25

Scorch time MS(121°C)		Vm	22	28	31
		t <sub>5</sub> (min)	13	24	19
		t <sub>10</sub> (min)	15	28	24
加黃物の物性 (16kg/cm <sup>2</sup> 의 중 기에서 30sec)	50% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	44	72	67	
	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	91	113	97	
	200% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	127	137	113	
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	176	148	137	
	伸張率(%)	400	330	360	
	硬 度(Shore A)	68	78	78	

## VIII. Chlorosulfonated Polyethylene 의 Blend.

Hypalon 을 다른 고무와 blend 하면 Hypalon 의 特長인 耐候性, 耐酸化性, 耐오존性, 耐熱性 등은 低下되지만 價格이 싸지고 加工性이 改善되는 등의 利點도 생긴다.

### 1. NR 과의 Blend.

價格을 低廉하게 하고 加工性을 改善하며 粘着性을 附與하기 위한 目的 등으로 blending 을 한다. blending 에는 Hypalon 20 이나 40 이 가장 적합하며 加黃系로서는 加黃促進劑 TT 와 DM 의 併用이 좋으며 黃은 NR 의 加黃을 tight 하게 하기 위하여 必要하다. 亞鉛華는 Hypalon 을 熱老化시키는 性質이 있으나 blending 했을 때에는 NR 의 加黃을 위하여 어차피 必要하다. 그 量이 적으면 熱老化를 促進하지만 量을 많이넣고 또 酸

表 38. Hypalon/NR blend 配合例

配 合	1	2	3	
Hypalon 20	50	50	50	
NR	50	50	50	
Stabilite Resin	1.25	1.25	1.25	
스테아르산	1	1	1	
老化防止劑	1	1	1	
酸化마그네슘	5	5	5	
亞鉛華	10	10	10	
加黃促進劑 TMTM	0.25	0.25	0.25	
加黃促進劑 DM	1.25	1.25	1.25	
Sulfur	1	1	1	
Titan white	50	50	50	
Polyethylene glycol	5	20	10	
微粒子炭酸칼슘	—	—	25	
加黃物의 物性 (153°C × 30min)	300% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	53	32	86
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	182	116	135
	伸張率(%)	600	650	480
	硬 度(Shore A)	58	47	64

화마그네슘과 併用하면 反對로 安定化한다. 50/50의 blending 에서는 酸化마그네슘 : 亞鉛華 : 10의 比率이 좋다. 오존老化防止劑는 不必要하지만 좋은 酸化防止

劑를 使用할 必要가 있다. 加工性は 극히 良好하며 roll 또는 Banbury 의 어느 쪽에서도 쉽게 混練이 可能하다. 그 配合例를 들면 다음 表 38과 같다.

Hypalon의 特性인 耐候性과 耐오존性を 발휘시키기 위해서는 적어도 50/50의 blending이 必要하다. Hypalon의 量이 50 以下가 되면 耐오존성이 현저하게 떨어진다.

## 2. SBR 파의 Blend

Hypalon의 耐候性은 매우 우수하나 實用上으로는 그 처럼 좋은 耐候性을 必要로하지 않을때도 있으며 價格을 떨어트리기 위하여 SBR과 blending 하는것을 생각할 수 있다. 金屬酸化물은 NR과 마찬가지로 酸化마그네슘과 亞鉛華系가 使用되고 白色 또는 着色配合에서는 Titan white를 紫外線 遮斷劑로서 使用하며 屋內用으로는 15phr, 屋外用으로는 35 phr을 必要로 한다. 加黃系는 NR과 blending 할 때 使用하는 系統과 같거나 peroxide와 加黃促進劑 TRA를 併用한다. 充填劑는 Hypalon이 耐候性에는 炭酸칼슘이 좋지만 SBR에 對한 補強性이 떨어진다. 따라서 SBR에 對하여 補強性이 있는 Hard clay와 併用한다. 可塑劑로 鹽素화과라핀을 使用하면 Hypalon이나 SBR의 어느쪽에도 相溶

表 39. Hypalon/SBR blend

配 合	1	2	3	4	5	6	
Hypalon	100	80	60	40	20	60	
SBR 1502	—	20	40	60	80	40	
酸化마그네슘	4	5	5	5	5	5	
Pentaerythritol	3	—	—	—	—	—	
亞鉛華	—	10	10	10	10	10	
Titan White	15	15	—	—	—	—	
炭酸칼슘	75	75	75	75	75	75	
Clay	40	40	40	40	40	40	
鹽素화과라핀	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	
Microcrystalline Wax	2	2	2	2	2	2	
Polyethylene glycol	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
非汚染性老化防止劑	—	1	1	1	1	1	
加黃促進劑 TRA	2	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	
Varox	—	3	3	3	3	—	
Di-Cup 40 C	—	—	—	—	—	4	
Scorch time MS(121°C)	Vm	18	20	16	18	17	18
	t <sub>10</sub> (min)	26	23	16	15	12	15
加黃物의 物性 (153°C × 30min)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	23	35	35	28	19	30
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	134	109	109	98	81	98
	伸張率(%)	540	660	580	560	560	580
	硬 度(Shore A)	73	73	72	70	67	71

熱 老 化 後 (100°C×70hr)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	54	53	47	35	23	40
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	113	84	84	97	79	98
	伸張率 (%)	460	480	470	540	540	530
	硬 度 (Shore A)	78	77	75	72	69	73
ASTM #3 oil 침지後 (100°C×70hr)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	17	28	28	27	15	26
	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	109	77	61	42	25	36
	伸張率 (%)	480	520	380	320	220	380
	硬 度 (Shore A)	50	49	50	47	41	50
	容積增加 (%)	47	65	74	84	100	71
오존試驗(3ppm, 20% 伸張, 24°C) 龜裂되기 始作할때까지의 時間		500+	500+	500+	50	2	500+
低溫特性, 脆化點 (°C)		-34	-46	-49	-49	-49	-51
Florida 屋外暴露(180° 굴곡 10배로 관찰. 0: 龜裂無, 5: 현저한 龜裂) 6個月後		0	0	2	3	4	2
壓縮永久歪(%) (153°C×45min 加黃)	70°C×22hr	39	35	32	34	35	35
	100°C×70hr	69	49	50	49	47	50

성이 있어 變色하지 않는다. 混練은 쉽게 된다. SBR과 blending 한 物性を 보면 表 39와 같다. SBR의 比率이 增加하면 物性が 低下하며 耐熱性도 低下한다. 그러나 SBR 量이 40 phr 정도로 많아도 3 ppm의 오존 중에서 500時間 程度의 露出에서는 SBR의 含量을 20以上으로 하면 耐熱性은 급격히 低下되며 反面 壓縮永久歪나 低溫特性은 改善된다.

### 3. NBR 과의 Blending.

Hypalon의 耐油性만으로 不足할 때에는 NBR을 blending 한다. 또 反對로 Hypalon은 NBR에 耐熱성과 耐오존性を 附與하는 것이 된다. 100% NBR에서는 오존濃度 1 ppm, 25%를 伸張下에서 13時間만에 龜裂이 생기지만 Hypalon을 30~50 phr blending 하면 200時間에서도 龜裂이 생기지 않는다. 물론 이때 耐油性은 低下한다. 또 Hypalon을 blending 하면 NBR의 耐熱性이 向上되기 때문에 高溫의 oil에서의 熱老化性이 改善된다. NBR을 30phr blending 했을때의 物性を 比較하면 表 40과 같다. 表에서 보는 바와 같이 120~150°C에서의 高溫 oil에서의 老化後의 引張物性は blending 한 쪽이 우수하다.

表 40. Hypalon/NBR blend

配	合	1	2
Hypalon 40		96	66
Hycar 1014		—	30
酸化마그네슘		10	10
Litharge 分散物(85%)		24	24
MT black		107	100

DOS		11	10
Kenflex A		10	10
Vaseline		3	3
Antioxidant NBC		3	3
Accelerator TRA		1	1.5
Scorch time MS(121°C)	Vm	25	22
	t <sub>5</sub> (min)	9	13
加黃物의 物 性	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	46	40
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	132	116
	伸張率(%)	330	340
	硬 度(Shore A)	70	70
Oven 老 化後 (121°C ×7日間)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	128	132
	伸張率(%)	320	260
	硬 度(Shore A)	74	73
	引張強度 殘留率(%)	97	114
	伸張率의 殘留率(%)	97	77
	硬度變化	+4	+3
Oven 老 化 後 (149°C ×7日)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	91	104
	伸張率(%)	140	20
	硬 度(Shore A)	87	51(D)
	引張強度 殘留率(%)	72	93
	伸張率의 殘留率(%)	42	6
ASTM # 3 oil 浸油後의 物 性 (149°C ×7日間)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	56	102
	伸張率(%)	340	250
	硬 度(Shore A)	20	42
	引張強度 殘留率(%)	42	88
	伸張率의 殘留率(%)	103	74
	硬度變化	-50	-28
ASTM #3 oil 體積增加(149°C)		7日(%)	83
		14日(%)	91
			44
			51

#### 4. IIR 과의 Blend

樹脂加黃의 IIR 에 Hypalon 을 5 phr 加하면 活性劑로 作用하여 引張應力, 引張強度, 硬度等を 增加시키고 또 熱老化後의 引張強度의 殘留率이 改善된다. IIR 과 blending 한 例를 들면 表 41 과 같다. 또 IIR 을 黃加黃을 할때에 Hypalon 20 을 10~20 phr 정도 加하면 剛性效果를 나타내고 引張應力이나 硬度가 增加하며 表面粘着을 防止하고 耐熱性을 改善한다.

表 41. Hypalon/IIR blend

配 合		1	2	
Butyl 325		100	100	
Hypalon 20		—	5	
Dimethyl phenol 樹脂		12	12	
HAF black		53	53	
스테아르酸		1	1	
亞鉛華		5	5	
Scorch time MS(121°C) t <sub>10</sub> (min)		40+	40+	
加黃物의 物性 (153°C × 30min)	100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	30'	7	23
		60'	12	35
		90'	16	42
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	30'	67	114
		60'	116	137
		90'	137	142
	伸張率(%)	30'	1,000	825
		60'	750	600
		90'	650	500
	硬度(Shore A)	30'	55	70
		60'	56	72
		90'	63	75
Oven 老化後의 物性 (149°C × 14日)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	35	91	
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	53	98	
	伸張率(%)	140	110	
	硬 度(Shore A)	70	89	
Oven 老化後의 物性 (177°C × 3日)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	14	58	
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	25	67	
	伸張率(%)	300	120	
	硬 度(Shore A)	64	90	

#### 5. EPDM 과의 Blend

Hypalon 을 EPDM 에 少量(5 phr) blending 하면 EPDM 의 耐熱이 改善된다. EPDM 과 blending 한 data 를 보면 表 42 와 같다. Hypalon 을 blending 하므로서 加黃 및 熱老化後의 初期에는 硬度가 EPDM 單體보다 빨리

上昇하지만 그 뒤의 硬度變化가 약간이며 결국 오랜 耐久性을 얻을 수 있다. 引張強度나 伸張率의 殘留率도 현저하게 改善된다.

表 42. Hypalon/EPDM blend

配 合		1	2	3
EPDM(Nordel 1040)		100	95	95
Hypalon 40		—	5	5
亞鉛華		20	20	20
SRF black		70	70	70
低揮發性 파라핀系 oil		10	10	10
Sulfur		0.8	0.8	—
Accelerator TMTD		1	1	—
Accelerator M		2	2	—
Accelerator TMTM		—	—	2
Accelerator TRA		—	—	2
Accelerator TETM		—	—	1
加黃物의 物性 (160°C × 30min)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	19	35	35
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	119.5	137	126.5
	伸張率(%)	510	420	370
	硬 度(Shore A)	68	76	75
	壓縮永久歪, B 法 100°C × 22hr	45	42	33
" 121°C × 22hr	66	63	53	
Oven 老化後의 物性 (121°C × 40週間)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	68.5	72	70
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	112.5	130	116
	伸張率(%)	170	200	200
	硬 度(Shore A)	84	93	95
Oven 老化後의 物性 (149°C × 8週間)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	—	61.5	67
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	28	78.5	84
	伸張率(%)	20	190	140
	硬 度(Shore A)	86	94	96
Oven 老化後의 物性 (176°C × 7日間)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	—	46	—
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	21	68.5	60
	伸張率(%)	20	175	80
	硬 度(Shore A)	87	94	96
Oven 老化後의 物性 (204°C × 16hr)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	23	28	30
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	67	63	35
	伸張率(%)	240	340	120
	硬 度(Shore A)	70	87	87

Hypalon 의 type 은 40 이 가장 적합하나 20 이나 45 도 괜찮다. 다만 EPDM 의 耐水性이 Hypalon 의 blending 에 依하여 低下하므로 注意하지 않으면 안된다. 또 EPDM 單獨에 鑛物質 充填劑를 配合하면 自然暴露後 引張強度가 低下하나 Hypalon 45 를 blending 하면 引張強度의 殘留率이 현저하게 改善된다. Hypalon 45 를 5

phr blending 했을때의 data 를 보면 表 43 과 같다.

表 43. EPDM/Hypalon 45 blend

配 合		1	2
EPDM (Nordel 1070)		100	95
Hypalon 45		—	5
스테아르산		1	1
亞鉛華		5	5
Hard clay		78	78
Naphthenic process oil		30	30
Titan White		35	35
Sulfur		2	2
Accelerator TMTD		1.5	1.5
Accelerator M		0.5	0.5
加黃: 160°C×20min, 屋外暴露後의 物性變化			
300% Modulus	Original(kg/cm <sup>2</sup> )	21	37
	Florida 2年暴露後(kg/cm <sup>2</sup> )	30	42
	變化率(%)	(+)42	(+)13
引張度	Original(kg/cm <sup>2</sup> )	134	135
	Florida 2年暴露後(kg/cm <sup>2</sup> )	46	91
	變化率(%)	(-)66	(-)32
伸張率	Original(kg/cm <sup>2</sup> )	750	720
	Florida 2年暴露後(kg/cm <sup>2</sup> )	510	580
	變化率(%)	(-)32	(-)19
硬 度 (Shore A)	Original	59	60
	Florida	62	64

## IX. Chlorosulfonated Polyethylene 의 用途

### 1. 一般用途

#### (1) 自動車用部品

耐候性和 耐熱性이 우수하고 色彩安定性이 良好하며 燃 燒 性을 가지고 있기 때문에 自動車나 트럭의 內外裝用 部品에 使用된다. 其他 耐油性이나 耐그리스性이 必要한 機械部品으로서도 使用된다. 具體的으로는 Window Seal gasket, Spark plugboots, 高壓電線被覆, hydraulic hose 等에 使用된다. 特히 高溫特性을 利用하여 트럭등의 Spark plugboots, 空調가 달린 高級車等的 파워스태어링 호오스등 特殊한 用途에 利用된다. Spark plug 의 配合例를 들면 다음 表 44 와 같다.

表 44. Hypalon, Spark plug boots 配合

Hypalon 20		100
Litharge		20
酸化마그네슘		10
老化防止劑 NBC		3
炭酸칼슘		45
SRF black		10
Process oil		20
加黃促進劑 DM		0.5
加黃促進劑 TRA		0.75
加黃物의 物性 (153°C×30min)	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	19
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	83
	伸張率(%)	410
	硬 度(Shore A)	53
耐熱性 (屈曲性을 잃을 때까지의 日數)	149°C	19
	177°C	5

#### (2) 工業用 고무製品

耐候性, 耐熱性, 耐藥品性等이 좋으므로 roll, packing, lining 保護塗裝, 호오스, 벨트등 廣範圍하게 使用된다. 使用例로서는 66 Bé 黃酸用 호오스, 20% 次亞鹽素酸소오다용 호오스, 羊皮紙製造用 80% 黃酸을 짜내는 roll 등과 耐熱벨트로서는 150°C 以上の 高溫유리 온반응의 實例가 있다. 벨트 및 hose tube 의 配合例를 들면 다음 表 45 및 表 46 과 같다.

表 45. 벨트 Cover 고무 配合

Hypalon 40		100	
老化防止劑 NBC		3	
Litharge		25	
AC polyethylene		4	
MT black		40	
SRF black		40	
Bunaweld 790		20	
Accelerator DM		0.5	
Accelerator TRA		1.25	
Scorch time MS(121°C)	Vm	15	
	t <sub>10</sub> (min)	13	
加 黃 (153°C)		15min	30min
100% Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )		53	63
引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )		169	179
伸張率(%)		270	230
硬 度(Shore A)		71	74
引裂強度(kg/cm) (ASTM D-470)	Original	5.3	3.2
	163°C×3日 老化後	4.3	2.8

容積增加率(%)	ASTM #3 oil (100°C×70hr) 물 (100°C×7日)	— —	53 4.4
壓縮永久歪(%) (153°C×45min)	70°C×22hr 100°C×70hr	21 42	— —
NBS 摩耗指數(%)	Original 163°C×3日 老化後	172 135	— —
脆化溫度(°C)		-62	—

表 46. 一般호스튜브 配合

Hypalon 40	100
Litharge	25
AC polyethylene 617A	4
MT black	140
Process oil	15
Process resin	15
Accelerator DM	0.5
Accelerator TRA	2

Scorch time MS(121°C)	Vm	21
	t <sub>1</sub> (min)	11
	t <sub>10</sub> (min)	30

加黃物의 物性 (153°C ×30min)	硬 度(Shore A)	80
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	133.6
	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	68.5
	伸 張 率(%)	200

容積增加 率 (%)	ASTM #3 oil (100°C×70hr)	39
	ASTM Ref Fuel B (21°C×3日)	33.5
	棉實油 (70°C×7日)	2.8
	20% 窒酸 (50°C×7日)	8.9
	20% 次亞鹽素酸나트륨용액 (70°C×14日)	1.4
	물 (70°C×14日)	1.7

(3) 電氣製品

引込線, 低電壓電線의 絶緣被覆用 또는 다른 絶緣材料위에 保護 jacket으로서 耐 cold flow 性이 높고 polymer 自體가 오존에 건디는 性質로서 corona 放電에 起因하는 코로나龜裂에 對한 抵抗性이 높다. 具體的의 使用例로서는 自動車用 ignition wire, 高壓用케이블, control cable, 鑛山用 trailing cable, 低壓用케이블, 通信用케이블, 耐熱用 電線被覆케이블의 이음매, 소켓트, 絶緣用 hood, blanket, 텔레비 anode 챔등을 들수 있으며 heater cord 나 器具用 電線에 使用되는 配合 例를 들면 다음 表 47 과 같다.

表 47. Heater cord, 器具用 電線 配合例

Hypalon 40	100
酸化마그네슘	8
Titan White	20
Hard clay	50
炭酸칼슘	50
DIDP	25
Vaseline	3
Microcrystalline Wax	2
스테아르酸	2
Pentaerythritol (200 mesh)	3
Accelerator TRA	1.5
Antioxidant NBC	1

Scorch time MS(121°C)	Vm	15
	t <sub>10</sub> (min)	18

加黃物의 物性 (16kg/cm <sup>2</sup> × 60 sec 蒸氣中)	200% 引張強度 Modulus (kg/cm <sup>2</sup> )	引張率 (%)	壓縮永久歪 UL (mm)	硬 度 (Shore A)
	40	106	580	10.2 75

老化後의 物性	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	引張率 (%)	引張率의 殘留率 (%)	硬 度의 殘留率 (%)
	100°C×10日	113	420	110 72
	100°C×60日	121	260	125 45
	121°C×7日	120	260	123 45
Air Oven 老 化	121°C×10日	109	210	103 36

ASTM #2 oil 침지, 121°C×18hr	137	500	130	86
-------------------------------	-----	-----	-----	----

(4) 建築材料

耐候性, 耐焰性, 着色安定性, 우수한 耐摩耗性, 耐

表 48. Gasket 配合例

配 合	硬 度 60	硬 度 60
Hypalon 40	100	100
酸化마그네슘	8	4
Paraffin	—	3
炭酸칼슘	30	60
Hard clay	15	30
Titan White	20	35
DOP	25	—
顏 料	3	—
Fractol A	—	10
鹽素화파라핀(40%)	—	10
AC Polyethylene 617A	—	3
Carbo wax 4,000	—	2
Pentaerythritol(200 mesh)	3	3
Accelerator TRA	2	2

Scorch time MS(121°C)	V <sub>m</sub>	10	18
	t <sub>10</sub> (min)	13	25
加黃物의 物性 (153°C×30min)	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	197	130
	伸張率(%)	520	500
	硬度(Shore A)	60	73

熱性등의 長點을 살려서 建材用 Curtain wall gasket, 상 타일등에 사용된다. 특히 gasket의 Cover 고무로서 二重押出用에 널리 使用되고 있다. gasket의 配合例를 들면 다음 表 48과 같다.

(5) 고무塗布物

耐水性, 耐候性, 耐焰性, 필름의 強韌性, 輕量 등의 長點을 利用하여 塗布用 Cover 고무로 使用된다. 特別히 nylon 이나 polypropylene 基布에 Hypalon을 coating 한 塗布物은 着色安定性이 良好한 防水布(tarpaulin)으로서 hatch, boat의 덮개, 天幕用, 트럭용 tarpaulin 등에 使用된다. tarpaulin의 配合例를 들면 다음 表 49와 같다

表 49. Tarpaulin 配合例

Hypalon 40	100	
Stabilite resin	2.5	
AC Polyethylene 617A	4	
三鹽基性 마레인酸鉛	40	
Titan White	30	
水和알루미늄	40	
TCP	10	
스테아르酸 카드미움	0.5	
加黃促進劑 DM	1.5	
Scorch time MS (121°C)	V <sub>m</sub>	17
	t <sub>10</sub> (min)	22
加黃物의 物性 (153°C×30min)	硬 度(Shore A)	63
	引張強度(kg/cm <sup>2</sup> )	112.5
	100% Modulus(kg/cm <sup>2</sup> )	21
	伸 張 率(%)	720
引布加黃(127°C×3hr) 테-바摩耗(1,000回每, CS-10, 500g荷重)	0.49	
脆化點(引布를 6時間 放置後 1/4인치 丸棒에 夾아서 微細龜裂이 生길때까지의 溫度(°C))	-54	

2. 特殊用途

其他 特殊한 用途에 對하여 記述하면 다음과 같다.

(1) 걸창 및 뒤굽

耐摩耗性 및 耐老化性이 良好하기 때문에 걸창및 뒤굽으로 사용된다. 걸창용 配合例를 들면 表 50과 같고 스폰지걸창의 配合例를 들면 다음 表 51과 같다. 其他 耐熱性 配合을 利用하여 作用용걸창에 應用된다.

表 50. 靴底配合

	1	2	3	4
Hypalon 40	100	—	100	—
Hypalon 45	—	100	—	100
酸化마그네슘 Pentaerythritol	5	5	5	5
Silica	50	50	50	50
Butyl oleate	20	20	15	15
Aromatic process oil	20	20	15	15
Red iron oxide	5	5	5	5
SRF black	1	1	1	1
Polyethylene glycol (4,000)	2	2	2	2
스테아르酸	2	2	2	2
Accelerator TRA	2	2	2	2

比 重	1.28	1.26	1.33	1.31	
Scorch time MS (121°C)	V <sub>m</sub>	24	19	33	24
	t <sub>10</sub> (min)	14	14	12	13

加黃物의 物性 (174°C×8min)	硬度(ShoreA)	69	75	78	83
	NBS 摩耗指數(%)	226	223	249	259
Ross屈曲 龜裂抵抗	室溫, 150,000 Cycle(%)	110	90	500	340
	-29°C, 3,000 Cycle(%)	530	110	480	170

表 51. Hypalon Sponge 靴底 配合

配 合	1	2	3
Hypalon 45	100	100	100
Pliolite S6B	15	15	15
酸化마그네슘	5	5	5
Coumarone inden resin	15	15	15
Light process oil	10	8	16
DOS	—	8	—
Polymel DX-40 NS	10	—	—
Hi-Sil 233	20	20	40
Silene EF	20	20	—
Carbowax(4,000)	2	2	2
Pentaerythritol(200 mesh)	4.5	3.75	4
Accelerator TRA	0.25	0.35	0.5
Gelogen AZ	6	5	5

Scorch time MS(121°C)	V <sub>m</sub>	29	29	29
	t <sub>10</sub> (min)	28	24	25

加黃物의 物性 (162°C×8min)	密度(g/cc)	0.40	0.50	0.57
	壓縮變形 25%(kg/cm <sup>2</sup> )	3.1	4.15	3.9
	硬度(Shore A)	52	54	52
	引裂強度(kg/cm)	4.8	4.3	4.1

Ross 屈曲龜裂抵抗, -29°C(回數/龜裂成長 mm)	300/16.5	4500/14.2	1500/15.2
龜裂成長, 2.54mm 까지의 回數	460	810	250

### (2) Roofing

合板, 시멘트, 石綿板 등의 지붕에 塗裝材로서 使用되며 가볍고도 彈性이 있는 필름을 形成한다. Hypalon을 塗裝, 施工한 지붕은 耐侯性, 耐焰性, 耐摩耗性, 耐高溫, 耐低溫特性, 熱反射, 輕量, 修理가 손쉬운 것 등의 長點을 가지고 있다. 0.5mm 두께를 가진 Hypalon sheet는 20年 以上の 耐久性이 있고 1年에 0.006 mm의 비率밖에 부식을 일으키지 않았든 實例가 있는 實情이다. 素材에 對한 接着劑는 클로로프렌 시멘트가 使用되며 塗裝用 Hypalon roofing의 配合例를 들면 表 52와 같다.

表 52, Hypalon roofing 材 配合例

配合 1. Hypalon 配合(Hypalon 塗料)			
*Hypalon 20(또는 30)	100	*Stabilite resin	2.5
Titan white	80	Xylene	333.5
炭酸칼슘	30	Butanol	50
非汚染性老化防止劑	2	(Hypalon 30일때는 30)	
三鹽基性마레인酸鉛	40		
加黃促進劑 DM	1	溶劑中에 Stabilite resin을 용해시킨 다음에 roll練生地 ②를 용해시킨다.	
顔 料	~		

#### Roll 混練

[固形分 約 40%(重量), 粘度 3,500Cp, 25°C에서 1個月 保存可能]

配合 2. Chloroprene 고무配合(Neoprene 塗料)			
*Neoprene W (또는 AD)	100	*t-butyl phenol 樹脂	45
酸化마그네슘	4	酸化마그네슘	4
亞鉛華	5	Xylene	390
非汚染性老化防止劑	2	樹脂와 酸化마그네슘을 Xylene에서 2時間 壓應시킨 다음 生地 ③를 용해시킨다.	
充填劑(MT. 멩가라 등)	100		

#### Roll 混練

[固形分 約 40%(重量), 粘度 2,000~4,000 Cp, 25°C에서 15個月 保存可能]

施工方法: Neoprene 塗料를 3回 칠하고(乾燥 film으로 0.36mm 정도) 다시 Hypalon 塗料를 2回 칠하여(乾燥 Hypalon film 0.14mm) Film 두께를 0.5mm로 한다.

또 Hypalon 45는 未加黃시이트라도 어느 程度의 物性이 얻어진다. 네오프렌라텍스를 binder 로하여 製造한 石綿不織布를 뒤에 댄 Hypalon 45 시이트(0.5mm 이상)를 콘크리트 지붕에 붙여서 防水施工 하는것도 試驗되고 있다.

未加黃이기 때문에 接着性도 良好하고 加工도 簡單하며 石綿을 뒤에 대는것은 콘크리트의 龜裂에 依한 應力을 Hypalon 시이트가 直接 받지 않도록 하기 위해서 必要하다.

### (3) 其他

Hypalon 45는 充填劑를 多量으로 配合할 수 있기 때문에 barium ferrite를 多量(1,000 phr 內外) 混練하면 磁性고무가 된다. 또 litharge를 1,000phr 정도 混練하면 放射線 遮斷用 고무시이트를 만들 수 있다.

## X. 結 論

以上에서 Chlorosulfonated polyethylene 即 Hypalon에 對하여 記述하였거니와 Hypalon은 값이 비싸고 加工性이 多少 떨어지는 反面 耐侯性, 耐熱性, 耐藥品性等이 뛰어난것 아니라 그 외에도 여러가지 特性이 優秀하기 때문에 自動車用部品이나 工業用고무製品, 電氣製品, 建築材料, 고무塗布物, 신발類의 바닥창등 여러 가지 用途에 使用되고 있다.

한편 다른 고무들과 blending을 하게되면 Hypalon의 長點인 耐侯性, 耐酸化性, 耐오존性, 耐熱性등은 多少 떨어지지만 價格이 싸지고 加工性이 改善되는 利點이 있으므로 用途에 따라 적당히 調整하여 混用하던 값이 싸면서도 要求하는 性能의 製品을 얻을 수 있으며 이런 方向으로 研究 努力이 계속되면 우리나라에서도 需要가 增加될 수 있을 것으로 期待되는 바이다.

## 參 考 文 獻

- 1) 日本ゴム協會編: 新版 ゴム工業便覽. p.140
- 2) 神原周等外: 合成ゴムハンドブック. p.338
- 3) 大成社刊: 合成ゴム加工技術全書(9) 하이パロン, 鹽素化ポリエチレン. p.1
- 4) 日本ゴム協會編: 特殊合成ゴム 10講. p.71
- 5) Du pont社: Hypalon 技術資料.