

表 1. The effect of curative type

Base Recipe

Hydrin 200-70	100
Magnesium Stearate	1
Red Lead	5
NBC	0.8
Niclate	1.5
N770 Black	95
Paraplex G 50	7
DOP	8
ZO-9	0.5
Curative	As noted

All compounds were Banbury mixed upside down, single pass (full cooling water, slow speed). The stock was dropped on warm (110°F) rolls.

	NA-22 (1.0 phr)	NA-22(1.0 phr)/ Sulfasan R(0.5 phr)	Thiate E (1.5 phr)	Diak #3 (2.5 phr)	Imidacure KE (2.0 phr)
Banbury Data Drop Temperature					
Indicator °F	230	225	220	235	230
Pyrometer, °F	255	250	250	265	260
Mixing Time, Mins.	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Mooney Scorch, Large Rotor, 250°F.					
Minimum	63	58	59	63	60
t ₅ , minutes	8.0	12	15	28	31*
Specific Gravity	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47
Originals, Cured 45'/320°F					
M 100, psi	810	790	490	640	710
Tensile, psi	1740	1700	1330	1480	1450
Elongation, %	270	280	400	280	270
Hardness A. pts.	73	75	67	75	74
Graves(Die,C) Tear, with Grain					
Lbs./Inch	200	205	225	180	185
Compression Set, Plied Disks, Method B, 22 hrs./212°F.					
% set	17	19	38	33	32
D736 Bend at -40°F					
Original	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
After ASTM 3 Oil Aging 70 hrs./302°F	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
Ozone Aged 70 hrs./120°F, 100 pphm, Bent Loop					
	No Cracks	No Cracks	No Cracks	No Cracks	No Cracks
Fuel C Extractables					
mg/in ²	0.80	0.67	0.48	0.53	0.88
Air Test Tube Aged 70 hrs./302°F					
Modulus Change, %	+13	+5	+55	+16	+111
Tensile Change, %	-15	-22	0	-33	+19
Elongation Change, %	-39	-46	-55	-46	-59
Hardness Change, pts.	+8	+4	+9	+8	+10
Air Test Tube Aged 168 hrs./302°F					
Modulus Change, %	-43	-67	-45	--	+27
Tensile Change, %	-56	-76	-68	-90	-26
Elongation Change, %	-26	-21	-42	-75	-56
Hardness Change, pts.	+5	+5	-1	-1	+6
ASTM #3 Oil Aged 70 hrs./302°F					
Modulus Change, %	+63	+68	+183	+119	--

Tensile Change, %	+13	+8	+36	+18	+28
Elongation Change, %	-48	-53	-72	-57	-67
Hardness Change, pts.	+7	+5	+10	+9	+9
Volume Change, %	+1.4	+1.0	+0.3	+1.8	+1.4

Fuel C Aged 70 hrs./Room Temperature

Modulus Change, %	-16	-15	-33	-22	-21
Tensile Change, %	-11	-15	-6	-24	-12
Elongation Change, %	-32	-36	-25	-36	-22
Hardness change, pts.	-14	-15	-16	-20	-17
Volume Change, %	+22.4	+22.5	+22.8	+24.4	+23.0
Volume Change after 24 hrs./158° dryout, %	-9.1	-9.1	-9.7	-9.3	-9.1

選擇이 重要한 役割을 하게 된다. 本稿에서는 이 重合體에 對한 配合藥品들의 効果에 關하여 評價한 結果를 論議하고자 한다.

여기서는 주로 共重合體를 使用하였으나 單獨重合體 일 때에도 適用이 可能하다.

彈性體의 耐熱性を 알기爲하여는 다른 彈性體들과의 老化性を 比較하면 된다.

따라서 여기서는 最高의 耐空氣老化性を 가지게끔 마련된 여러가지의 고무를 써서 튜브配合을 하여 이것들에 對한 長期(1,000時間까지) 老化試驗結果를 나타내었다.

表1에서 加黃系의 效果를 表示하였다. 配合表를 보면 카아본블랙을 充填한 基本配合에 酸受容體로 鉛丹(red lead)을 使用하였고 酸化防止劑로는 NBC 및 Niclate의 混合物를, 또한 押出配合에 흔히 쓰이는 代表의인 充填劑—可塑劑를 使用하였다.

가장 一般的인 것으로 評價된 架橋系로는 ethylene thiourea(NA-22)를 遲延劑(Sulfasan R)와 함께 또는 없이, trimethyl thiourea(Thiate E), Diak 3(디아민型) 및 比較的 새로운 imidazole(Imadacure, KE) 등이 있다.

이들은 모두 여러종류의 에피클로로히드린고무를 써서 만든 튜브용고무配合에 使用하였다.

表에서 보는 바와 같이 NA-22를 配合한 加黃體가 加黃速度面에서나 302°F에서 空氣 및 油老化後의 stress-strain 特性面에 있어서나 가장 좋은 結果를 나타내었다. 또한 스크오치安定성에 있어서도 가장 짧은값을 나타내었다.

一般的으로 遲延劑없이 NA-22 1.0 phr 정도는 工場에서도 스크오치의 念慮없이 使用할 수가 있다. 그러나 加熱된 工程에서는 스크오치의 危險성이 있다. 이때에는 NA-22/Sulfasan R系를 써서 改善시킬 수 있으나 耐熱性は 약간 떨어진다.

Imidacure KE도 스크오치安定성을 改善하고 훌륭한 耐熱性を 부여하는 興味있는 架橋系이다. 그러나 유 3

油로의 耐油性試驗에서 NA-22를 使用하였을 때 보다 높은 伸長變化率을 나타낸다.

表2에서는 實驗室配合으로 酸受容體의 耐熱성에 對한 效果를 評價한 結果이다.

NA-22를 架橋劑로 使用하였고 酸受容體는 一般的으로 使用되고 있는 量을 써서 評價하였다. 表2에서의 量보다 더많은 量을 使用하면 空氣老化後의 引張強度는 약간 改善되나 硬度 및 伸長率의 變化는 低下된다.

試驗資料에서 보는바와 같이 加黃體의 物理的性質이 가장 좋은 酸受容體系는 二鹽基性磷酸鉛/二鹽基性프탈酸鉛系일 때이다.

가장 보편적인 酸受容體를 使用한 경우에는 鉛丹(red lead) 일때가 가장 좋은 結果를 나타내었다.

酸化亞鉛(ZnO)은 老化後의 物性が 좋지 못한 反面耐 化막네슘(MgO)나 酸化칼슘(CaO)은 높은 永久變化率(set)을 보이는 것을 除外하고는 그런데로 使用하여도 무방하다. 여기서 注目하여야 할것은 CaO은 이때에 效果의인 酸受容體의 作用을 한다는 事實이다. 連續加黃(CV)法을 擇할때의 配合에는 이 事實을 銘心하여야 한다.

보통 CaO를 CV法에서 乾燥劑로 使用할 때에는 酸受容體로서의 鉛의 使用量을 大幅(약 50% 정도) 減少시켜야 한다.

表3에는 Dyphos/Dythal 및 NA-22를 使用하였을 때의 세가지의 酸化防止劑의 試驗配合時의 結果를 評價한 것이다.

이들은 DPPD(아민型), DPPD-MB(酸化防止劑)의 混合物 및 NBC cumate 와 Niclate(dithiocarbamate 型)이다.

表에서 보는바와 같이 dithiocarbamate가 耐熱 및 其他的 加黃體의 性質에 있어서 가장 좋은 結果를 보여 주고 있다.

그런데 NBC는 共重合體에 對하여 1 phr에서 블룸現象을 보였고(單獨重合體에서는 1 phr에서 블룸하지 않는다) Cumate는 耐오존성을 損傷시킨다. 耐熱空氣老

表 2. The effect of acid acceptors

	Zinc Oxide (3 phr)	Magnesium Oxide ¹ (3 phr)	Calcium Oxide ² (3 phr)	Litharge (5 phr)	Red Lead (5 phr)	Dibasic Lead Phosphite ³ Dibasic Lead Phthalate ⁴
Originals, Cured 30'/347° F						
M 100, psi	520	470	680	640	600	570
Tensile, psi	1380	1820	1640	1780	1880	1800
Elongation, %	270	300	230	230	280	280
Hardness A, pts.	64	68	67	65	64	67
Compression Set, Plid Disks, Method B						
22 hrs./212° F, %	10	45	34	8	9	15
Air Test Tube Aged 70 hrs./302° F						
Tensile Change, %	Too	-40	-20	-2	-10	-3
Elongation Change, %	Soft	-23	-13	0	-4	-25
Hardness Change, pts.	To	-8	-4	-9	-5	+3
	Test					
Air Test Tube Aged 168 hrs./302° F						
Tensile Change, %	Too	-70	-62	-78	-65	-38
Elongation Change, %	Soft	-5	-4	+40	+11	-43
Hardness Change, pts.	To	-22	-14	-31	-24	0
	Test					

BASE TEST RECIPE

1—Maglite D	Hydrin 200	100	NBC	1
2—Calcium oxide prespersion B-4493 from Ware Chemical	Magnesium Stearate	1	Rubars	1
3—Dyphos	Acid Acceptor	As noted	NA-22	1.5
4—Dythal or Stayrite 8510	N 550 Black	30		

表 3. Antioxidant effects

Base Recipe

Hydrin 200	100
Magnesium Stearate	1
Dyphos	5
Dythal	7
Antioxidant	As noted
N 550 Black	40
ZO-9	1
NA-22	1

All compounds were mill mixed on warm(130° F) rolls.

	Age Rite DPPD (0.5 phr)	Age Rite DPPD (0.5 phr)		NBC (1.0 phr)		Niclate (1.0 phr)	
		AO MB (0.5 phr)	NBC (1.0 phr)	Cumate (0.1 phr)	Niclate 1.0 phr	Niclate 2.0 phr	Niclate (1.0 phr)
Originals, Cured 30'/347° F							
M 100 psi	550	580	490	520	520	570	560
Tensile, psi	1840	1870	1960	1950	2130	2160	2100
Elongation, %	340	350	380	400	410	380	400
Hardness A, pts.	69	70	67	68	68	70	69
Bloom	None	None	Slight	Heavy	None	None	Slight

Ozone Aged 100 pphm, 120° F Bent Loop

GC/24 hrs GC/24 hrs NC/168 hrs GC/72 hrs GC/72 hrs GC/72 hrs NC/168 hrs

GC—General Cracking, #1 Type cracks

NC—No Cracks

Air Test Tube Aged 70 hrs/302°F

Tensile Change, %	-45	-8	+2	-12	-1	-3	-1
Elongation Change, %	-20	-38	-31	-47	-44	-42	-42
Hardness Change, pts	-2	+5	+3	+2	+4	+2	+5

Air Test Tube Aged 168 hrs/302°F

Tensile Change, %	-76	-35	-25	-29	-28	-27	-18
Elongation Change, %	-19	-70	-37	-42	-56	-53	-58
Hardness Change, pts	-6	+8	+2	+2	+4	+5	+5

Air Test Tube Aged 168 hrs/302°F (Sample first aged in Fuel C 70 hrs/RT)

Tensile Change, %	NT	NT	Fell Apart	NT	-22	NT	NT
Elongation Change, %					-53		
Hardness Change, pts					+5		

Air Test Tube Aged 70 hrs/347°F

Tensile Change, %	NT	NT	Fell Apart	-60	Fell Apart	-75	-76
Elongation Change, %				-57		-53	-53
Hardness Change, pts				0		-8	-9

NT—Not Tested

表 4. The effect of filler type

Recipe	ECO	1	2
Hydrin 200		100	100
Magnesium Stearate		1	1
Dyphos		5	5
Dythal		7	7
NBC		0.6	0.7
Niclate		1	1.5
N 770 Black		90	3
Hi Sil 233		--	35
Zeolex 23		--	20
Paraplex G 50		5	5
DOP		7	7
ZO-9		1	1
Silane A-189		--	0.5
Warecure C*		1.2	1.5
		218.8	188.2

Both compounds were Banbury mixed upside down.
The Warecure C was added on the drop mill.

Mooney Scorch, Large Rotor, 250°F

Minimum	74	80
t ₅ , minutes	7.5	7
t ₃₅ , minutes	17.5	20
Specific Gravity	1.49	1.51

Originals, Cured 30'/320°F

M 100, psi	720	470
M200, psi	1380	840
Tensile, psi	1450	2210
Elongation, %	260	610
Hardness A, pts.	75	68

Compression Set, Method B, Buttons

(Cured 40'/320°F)		
22hrs/250°F, %	35	51
22hrs/275°F, %	63	58
Die C Tear	155	240

Gehman Low Temperature Torsion Test

T100, °F

Original	-46	-44
After Air Aging 6 wks/275°F	-43	-42

Ozone Aged 100 pphm, 120°F, 72 hrs, Bent Loop

No Cracks No Cracks

Air Test Tube Aged 70 hrs/275°F

Modulus Change, %	+32	+36
Tensile Change, %	+22	+13
% Elongation Change	-35	-49
Pts. Hardness Change	+7	+5
180° Bend	Pass	Pass

Air Test Tube Aged 3 wks/275°F

Modulus Change, %	+24	+49
Tensile Change, %	-22	-43
Elongation Change, %	-42	-62
Hardness Change, pts.	+9	+6
180° Bend	Pass	Pass

Air Test Tube Aged 6 wks/275°F

Modulus Change, %	--	+25
Tensile Change, %	-82	-60
Elongation Change, %	-73	-75
Hardness Change, pts.	+5	+7
180° Bend	Pass	Pass

ASTM #3 Oil Aged 70 hrs/275°F

Modulus Change, %	+53	+32
Tensile Change, %	+31	-13
Elongation Change, %	-31	-49
Hardness Change, pts.	+3	+4
% Volume Change	+2	+0.7
180° Bend	Pass	Pass

ASTM #3 Oil Aged 3 wks/275°F

Modulus Change, %	+31	+64
Tensile Change, %	+9	-34
Elongation Change, %	-42	-67
Hardness Change, pts.	+1	+5
Volume Change, %	+45	--
180° Bend	Pass	Pass

ASTM #3 Oil Aged 6 wks/275°F

Modulus Change, %	-5	+55
Tensile Change, %	-41	-54
Elongation Change, %	-62	-79
Hardness Change, pts.	-2	+2
Volume Change, %	+9.1	+5.9
180° Bend	Pass	Pass

* 85% NA-22 in oil from Ware Chemical.

화에 있어서는 量的으로 同一할때에 Niclate와 NBC가 비슷한 결과를 나타낸다. Niclate는 配合量이 많더라도 불용할 念慮는 없다(共重合體에 있어서도), 表에서의 결과도 Niclate가 2 phr인 配合에서도 불용하지 않으며 70時間/175°C의 熱空氣老化에도 견딜수가 있다. 그러나 耐오존性を 損傷시킨다.

文獻(1)에서 發表된 論文은 에피클로로히드린配合에 關한 研究로서, 여기에서 加黃體에 含有되어 있는 Niclate는 가솔린에 의하여 抽出되었으나 NBC는 抽出되지 않았다. 酸化防止劑가 抽出되면 耐熱성이 相當히 減少되는 것이다.

表3에서 보면 試料를 燃料油 C에서 70時間 室溫에 담고있다가 끄집어 내어 튜브式 老化試驗器에서 168時間, 150°C로 老化시킨 것의 결과는 NBC 1.0 phr 일때에는 完全히 分解되어 버렸으나 Niclate 1.0 phr 일때에는 그대로 本質을 維持하고 있는 것이다.

酸化防止劑의 評價資料에 의하면 一般的으로 NBC (0.6 phr~0.8 phr) - Niclate (0.7 phr~1.5 phr) 混合物이 耐熱 및 耐오존性에 있어서 가장 좋은 결과를 나타내고 있다. 위에서의 量的範圍內에서는 불용現象은 이리나지 않는다.

表4에서는 老化性에 對한 充填劑의 效果를 나타내었다. 二種의 配合에서 모두 酸受容體로 Dyphos/Dythal을 使用하였고, 酸化防止劑로는 NBC/Niclate를 架橋劑로서 Warecure C를 使用하였다.

配合表에서 ECO-1은 SRF 블랙을 充填劑로 하였으며 ECO-2는 Hi Sil 233/zeolex 23 充填劑系를 썼고 同時에 矽플링劑(방향족아민 또는 페놀樹脂)로 Silane A-189를 使用하였다. 矽플링劑는 配合에 重要な 役割을 하는 것으로 보통 디아조늄鹽과 反應하여 아조化合物을 만든다. 結局 스코오치安定性, 加黃速度, 모플러스 및 老化特性을 改善한다. 表4에서 長期老化 및 135°C (275°F)에서의 #3油를 使用한 耐油性試驗結果를 보면 白色配合物이 보다는 耐老化性임을 알 수가 있다.

그림 1은 充填劑效果를 圖示한 것으로서 135°C(275°F)에서의 引張性質이 時間에 따라 變化한 것을 나타내었다.

表5에서는 各種彈性體의 耐熱性 튜브配合物의 耐熱空氣老化試驗結果를 比較한 것이다. 여기서 試驗한 彈

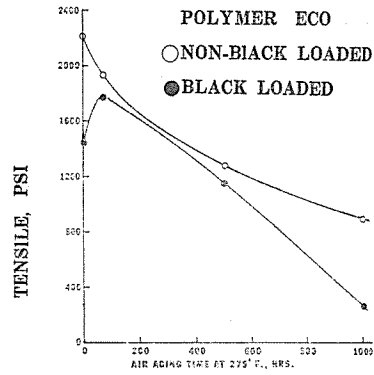


圖 1. Filler effect, long term air aging

性體들은 에피클로로히드린 單獨重合體(CO) 및 共重合體(ECO-1 및 ECO-2), 아크릴에스테르/에피클로로히드린 共重合體(AMC/ECO)의 블랜드, 에틸렌-프로필렌-디엔 三元重合體(EPDM), 니트릴코구(NBR), 폴리클로로프렌(CR), 하이팔론(CSM) 등이다. CR 및 CSM의 配合表는 文獻(2), (3)에서 引用하였으며 ECO-1 및 ECO-2는 黑色 및 白色配合으로 表4의 것을 引用하였다.

表에서 보면 120°C~150°C(250~300°F)에서 1,000時間까지의 老化試驗結果가 나와있다. 여기서는 一定溫度에서 한번 試驗하여 結果가 나오지 않으면 그以上の溫度에서는 다시 試驗하지 않았다. 예를들면 CR 配合物은 1000時間/120°C以後에는 使用不可이기 때문에 그以上の溫度인 135°C 또는 300°C에서는 試驗하지

表 5. Hose and tube compounds

	CO	ACM/ECO
Hydrin 100	100	—
Hydrin 200	—	30
Hycar 4021	—	70
Stearic Acid	—	1.5
Magnesium Stearate	1	—
Dyphos	5	—
Dythal	7	—
Red Lead	—	5
Niclate	1	—
Cumate	0.1	—
NBC	—	—
Stalite S	—	1
N 770 Black	90	35
N 550 Black	—	40
Paraplex G 50	5	5
DOP	7	7
ZO-9	1	—
Warecure C	1.2	1.4
	218.3	195.9

% Elongation Change	-38				-95	-100	-54
Hardness Change, pts.	+10				+30	+31	+11
180° Bend	Pass				Fail	Fail	Pass
Air Test Tube Aged 70 hrs/275° F							
% Tensile Change	+40	+22	-13	+5			+26
% Elongation Change	-38	-35	-49	-46			+7
Hardness Change, pts.	+7	+7	+5	+3			+4
180° Bend	Pass	Pass	Pass	Pass			Pass
Air Test Tube Aged 504 hrs/275° F							
% Tensile Change	+34	-22	-43	+6			+15
% Elongation Change	-42	-42	-62	-56			-68
Hardness Change, pts.	+10	+9	+6	+5			+10
180° Bend	Pass	Pass	Pass	Pass			Pass
Air Test Tube Aged 1008 hrs/275° F							
% Tensile Change	+9	-82	-60	+8			+20
% Elongation Change	-65	-73	-75	-64			-93
Hardness Change, pts.	+12	+5	+7	+8			+26
180° Bend	Pass	Pass	Pass	Pass			Fail
Air Test Aged 70 hrs/302° F							
% Tensile Change	+36		-27	+14	+11		
% Elongation Change	-28		-54	-11	-48		
Hardness Change, pts.	+10		+5	+4	+6		
180° Bend	Pass		Pass	Pass	Pass		
Air Test Tube Aged 504 hrs/302° F							
% Tensile Change	-14		-62	-33	+7		
% Elongation Change	-65		-75	-43	-68		
Hardness Change, pts.	+8		+7	+11	+9		
180° Bend	Pass		Pass	Pass	Pass		
Air Test Tube Aged 108 hrs/302° F							
% Tensile Change	-55		-98	-25	Too		
% Elongation Change	-62		-88	-54	Brittle To Test		
Hardness Change, pts.	+13		-2	+16	+19		
180° Bend	Pass		Pass	Pass	Fail		

않았다. 또한 耐熱性이 우수한 ECO-1, ECO-2, ACM/ECO, 및 EPDM에 대하여는 低溫(120°C)에서의 試驗을 피하였다.

이 表의 試驗結果를 보면 120°C에서의 長期間의 耐老化性에 있어서는 黑色配合의 ECO-1이 NBR 및 CSM配合보다 월등하게 좋으며 CSM과는 비슷하다. 504時間/135°C以後의 結果는 ECO-1이 全般的인 加黃體의 物性面에서 CSM보다 좋다. 1000時間/135°C以後에는 ECO-1은 本質적으로 거의 모든 強度를 잃었으며 이 경우에 CSM은 180° Bend 시험에 不合格이다. 앞서 말한바 있지만 ECO-2는 CO 및 EPDM配合에서처럼 1000時間/135°C以後에도 훌륭하게 作用한다.

EPDM配合를 보면 最高의 耐老化性을 發揮하게끔 黃供與加黃系를 使用하였다. 이 加黃系는 長期耐老化에 適合하도록 하기 위한 過酸化 物 架橋系와 거의 同一한 것이라는 事實을 알게 되었다.

150°C(302°F)에서의 長期老化試驗結果는 CO配合物이 1000時間以後에도 作用할 수 있다는 것을 보여주

고 있다. 이 경우에 EPDM 및 ECO-2는 504時間/150°C에서는 機能을 잃지않고 있으나 1000時間後에는 모두 不合格이다.

ACM/ECO配合物은 1000時間/150°C以後에도 完全하게 物性を 維持하고 있으며 모든 彈性體中에도 가장 좋은 耐老化性을 보여주고 있다.

그림 2에서 ECO-2, CSM 및 EPDM의 135°C에서의 老化性을 나타내었다.

結論으로서 에피클로로히드린 호오스 및 튜브의 耐熱性配合를 가장 効果적으로 하기 위하여는 酸受容體로 鉛丹 또는 Dyphos/Dythal系를 써야하며 酸化防止劑로는 NBC 및 Niclate를 架橋系로 ethylene thiourea(NA-22, Thiate N, 或은 Pennac CRA)가 適合하다. 이미다졸(Imidacure KE)도 耐熱空氣老化에 가장 우수하며 특히 充分한 加黃時間으로 만든 加黃體는 耐熱性이 뛰어나다. 뿐더러 充填劑로 Silane A-189를 쓰고 셀리카를 充填하였을 때에는 黑色配合일때 보다 長期耐熱性이 좋다.

AGING TIME AT TOP OF BAR IN HOURS

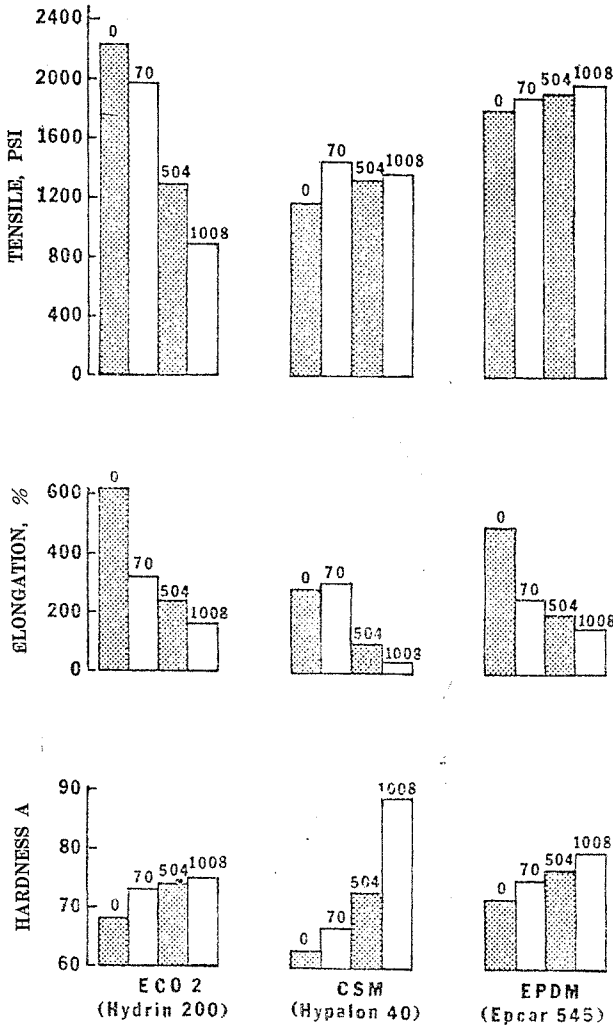


圖 2. polymer air aging comparisons, 275°F

에피클로로히드린 重合體의 老化特性은 餘他的 彈性體 들과는 그 樣相이 다르다. 즉, 試驗結果를 보면 老化가 進行됨에 따라 引張強度는 次次 減少되나 伸長率과 硬度는 長期老化試驗에서 平坦效果를 나타낸다. 이 特性은 보통 餘他的 彈性體들이 老化가 進行됨에 따라서 硬度가 漸次 높아지며 結局에 가서 脆弱性을 드러내어 機能을 喪失하는 것과는 大對照를 이룬다. 이 老化性에 關하여는 잘 銘心하여 大 必要가 있으며 示方書를 作成할 경우에 반드시 參酌하여야 한다. 耐熱性 에피클로로히드린 共重合體의 配合物은 長期耐熱空氣老化性面에 있어서 CR, CSM 및 NBR 보다 뛰어나다. 空氣老化에 있어서는 耐熱性 EPDM 보다 약간 떨어진다. 에피클로로히드린 單獨重合體의 配合物은 長期老化 試驗에서 EPDM 보다 뛰어나다. 本研究에서 行한 모든 試驗配合에서 耐老化性이 가장 좋았던 配合物은 ACM/ECO 블렌드이다.

이 블렌드에서는 鉛丹/NA-22 加黃系를 使用하였고 이때에 二次加黃은 하지 않았다.

引用 文 獻

- (1) Hercules, Inc. Bulletin PRH-22.
- (2) The Neoprenes by Murray and Thompson, p.60. Table 15.
- (3) Hose, Tubes and Covers of Hypalon Synthetic Rubber (Bulletin SD-143) by Clever and Straub, Table 4, Compound 9. (75.4 Rubber World誌에서)

急發進 急브레이크 때엔
想起하여 주십시오
타이어原料의 70%는
石油라는 것을!