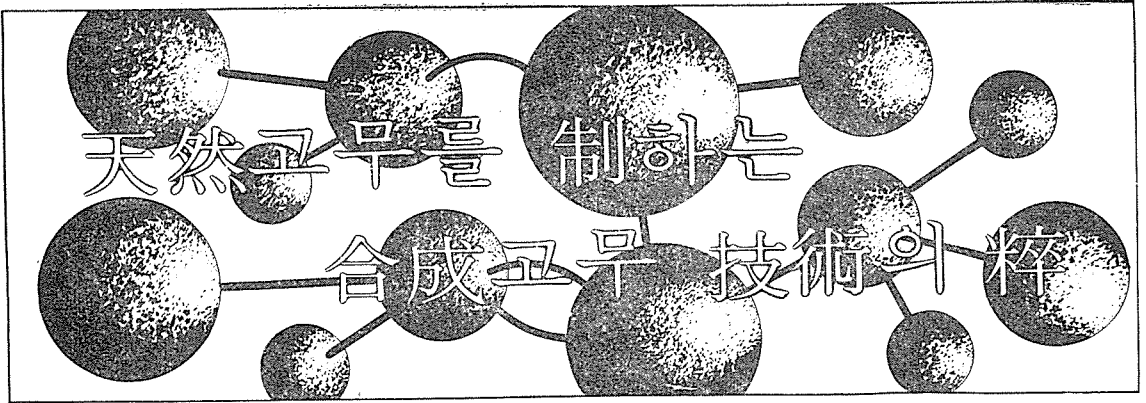


〈技術資料〉



C_5 留分으로부터 抽出하는 GPI工法에 依해서 開發된 合成고무——라고 해도 即答못하는 분이 많을 것이다. 하나 이것이 가장 天然고무에 가까운 合成고무라고 하여 한때는 魔法의인 合成고무라고까지 불렀던 IR 即 포리이소푸렌고무인 것이다. 그래서 簡單히 말하면 從來까지의 合成고무의 大部分은 乘用車타이어에는 使用되어 있었으나 重量級의 트럭, 버스用等 大型타이어에는 使用되어 있지 않았던 것이다.

그러나 IR의 出現은 드디어 合成고무로 하여금 大型타이어의 主力고무로서도 使用을 可能케한 것이다. 이 例로부터 보아도 IR이란 얼마나 멋진 合成고무인가를

알수가 있을 것이다.

勿論 IR의 開發은 世界의 合成고무 技術者의 큰 希望이었든 것이다. ……하나 그 方法은 반드시 一定한 것은 아니었다. 幾個의 開發方法은 있어도 GPI法에 依한 것은 日本제은 뿐이며 이것이야말로 同社獨自의 技術이기도 하다. 그래서 今番은 同社의 포리이소푸렌고무, 그 이름도 “니포올 IR”에 對해서 技術解説을 加하기로 했다.

性能加工성은 말할것도 없고 天然고무로서는 이룩하지 못했던 幅의넓음을 誇示하고 있는 IR이란

포리이소푸렌고무 Nipol I R에 對해서

日本제은 株式會社

고무開發센터어主事 上田明男

■ 序

Nipol IR은 日本제은이 國內에서 最初로 國産化한 高純度, 高品質의 하이, 시스포리이소푸렌고무이다. 即, 그 原料인 이소푸렌 모노머어는 日本제은이 獨自의 技術로서 開發한 “GPI法”(제은푸로세스, 오브, 이소프렌)에 依해서 나무사分解生成成分의 C_5 留分으로부터 抽出蒸溜된 것으로서 大端히 純도가 높은 것이다. 이것을 重合한 하이시스포리이소푸렌고무 Nipol IR은

가장 分子規則성이 좋고 高性能을 가진 合成고무이다. 이 重合의 基本技術은 美國의 굴릿치, 케미칼社로부터 導入한 것이지만 이에 日本제은이 開發한 製造와 改良 技術을 加해서 더욱 合理的으로 高品質의 고무製造法을 完成한 것이다.

따라서 Nipol IR은 現在있는 合成고무中에서 가장 天然고무에 構造의으로도 性能의으로도 가까운 고무이며 天然고무가 使用되고 있는 모든 用途에 對해서 널리 使用할 수가 있다. 또 從來, 天然고무에서는 얻을 수 없었던 分野에도 Nipol IR의 品質의 均一성과 밝은 色調等이 살려져서 明彩色物이라든가 透明配合等 널리

應用되고 있다.

이와같이 Nipol IR은 1972年初에 國産化되어서 이미 1年半以上の 市場의 實績을 갖고서 그 優秀한 性能과 品質의 安定性을 높게 評價받고 있다.

타이어 分野에 있어서는 이미 國內의 各 타이어메이커에서 1年以上에 亘하는 現場工程테스트와 타이어 實走試驗에 反復되어서 Nipol IR의 性能과 品質의 安定性이 認定되어 各種타이어에 그 長點이 살려져서 天然고무의 置換이 進行되고 있다. 以下에 Nipol IR의 一般의 性質, 加工特性, 加硫物性및 應用例等을 紹介한다.

■ 一般의 性質

Nipol IR의 一般의 性質을 表 1에 表示했으나 그 分子構造는 天然고무와 같은 하이시스—1,4結合으로부터 이룩되어 모든 合成고무中에서 가장 天然고무에 近似한 것이다.

即, 天然고무의 시스—1,4結合 含有量은 98%以上 이라고 하나 지구리아系觸媒에 의한 Nipol IR은 97~98%의 시스—1,4結合을 含有하고 있다. 한편 市販의 IR에는 리튬염系觸媒에 의한 것도 있으나 이것은 시스—1,4結合含有量이 낮고 90~92%로 되어있다.

如斯한 일은 天然고무가 가장 分子의 立體規則性이 높고 포리이소프렌系고무의 큰 特徵의 하나인 結晶性이 가장 좋다는 것을 表示하고 있다.

表 1 Nipol IR의 性質

非汚染性老化防止劑使用	
加熱減量	1.2%以下
灰分	0.5%以下
무우니이 粘度(ML ₁₊₄ , 100°C)	82
미크로構造(시스—1,4結合量)	97~98%
比重	0.92
色調	乳白色半透明狀

따라서 지구리아系 觸媒에 依해서 만드러진 Nipol IR은 天然고무에 가까운 結晶性을 表示하지만 리튬염系觸媒에 依한 IR은 結晶性이 낮은 고무라고 할 수 있다.

이 結晶性은 포리이소프렌고무의 未加硫고무 性能및 加硫고무 性能에 크게 寄與하는 因子의 하나이다. 한편 天然고무에는 所謂 非고무成分이라고 하는 蛋白質類

라든가 脂肪酸類가 數% 包含되어 있으므로 普通고무炭化水素含量은 94~96%로 되어있으나 Nipol IR은 宏壯히 純도가 높고 99%의 고무炭化水素 含量으로 되어 있다.

다음으로 原料고무 및 加工上의 特長을 表示한다.

(i) 品質이 一定하고 먼지, 異物 등의 混入이 없다

이것은 單 合成고무에도 어느程度 該當되기는 하나 特히 天然고무와 對比되는 포리이소프렌고무로서는 顯著한 長所가 된다. 周知되어 있는바와 같이 天然고무는 產地나 採取時期等에 依해서 品質의 차이가 있으며 非고무成分含量, 먼지, 異物의 混入等 正常的으로 均質의 것을 얻기가 어렵고 무우니이 粘度라든가 色調, 加硫速度等의 調整에 勞力이 所要된다. 한편 合理化된 最新設備의 고무工場에서 嚴한 工程管理下에 제조되는 Nipol IR은 그 品質의 均一性이 큰 利點으로 된다.

(ii) 밝은 色調, 냄새가 적다

煙煙乾燥된 天然고무(RSS)는 茶褐色을 呈示하며 냄새가 강한 고무이다. 또 高級天然고무라고하는 페셀, 쿠레에푸로도 色은 옅으나 아직 黃色이어서 그 色調의 안고름이 屢々問題로 된다.

Nipol IR은 乳白色의 半透明狀의 고무이며 明色配合에 適合하고 色갈配合이 容易해서 더욱 鮮명한 完成고무製品을 얻을수가 있다.

또 Nipol IR은 天然고무나 單 고무에 比하여 加工時에 發生하는 異臭가 적고 最近과 같이 環境衛生管理上 嚴한 制限을 받을 境遇가 있으나 Nipol IR이면 그點 問題없다.

(iii) 素練時間의 節約 混練加工이 容易

Nipol IR은 무우니이 粘度가 80程度로 設定되어 있으므로 天然고무와 같은 時間과 勞力을 消費한 豫備素練을 必要로 하지 않는다. 또 混練粉入의 工程에 있어서도 混練操作이 容易하며 早速히 이루어져 사이클타임을 短縮할 수가 있다.

(iv) 粘着性良好

이 點은 天然고무의 굉장히 優秀한 性質의 하나이지만 Nipol IR도 天然고무 同等以上の 타키네스가 있으며 타이어 成型時의 빌딩, 탁크나 粘着劑 用途等에 그

特徵이 살려져 從來의 合成고무의 概念으로 生覺하면 顯著한 長點이라고 할수 있다.

(v) 押出成型時의 스웰 및 카렌더어 加工時의 밀收縮이 적다

이 點은 뒤에 데이터어로 表示하지만 確實히 Nipol IR이 天然고무보다 우수한 性質의 하나이다.

(vi) 優秀한 流動性を 보이며 인적순이나 트란스파아 成型性이 良好

天然고무와 分子量 或은 눈에 보이는 粘度(예를들면 무우니이 粘度)를 合해도 인적순이라든가 트란스파아 成型과 같이 높은 剪斷速度下에서의 流動性은 Nipol IR이 우수한 流動性を 보인다. 한便 合成포리이소푸렌 고무가 天然고무에 未及한 性質의 하나에 그린, 스트랭그스(未加硫 고무의 強度)가 있다. 그린, 스트랭그스란 고무의 成形加工工程에서 未加硫配合고무의 強度, 硬度, 伸長等에 基한 各種의 現場의 現象이 되는 性質이며 一定한 試驗法은 없으나 一般的으로는 未加硫配合物의 引張試驗에 依해서 應力—歪曲線에 依해서 表

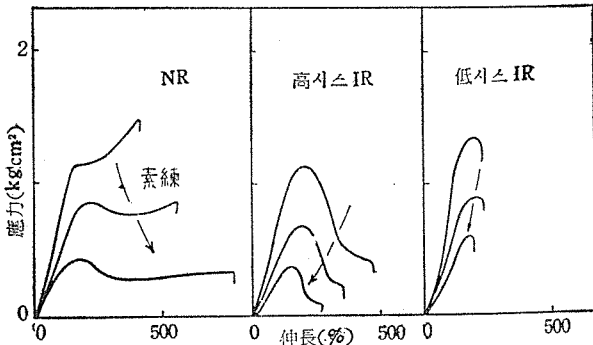


圖 1 純고무未加硫配合物의 應力歪曲線

示된다. 圖 1에는 天然고무와 高시스포리이소푸렌고무 및 低포리이소푸렌고무의 純고무 配合物의 一般의 應力—歪曲線을 表示했다. 特히 素練에 依해 配合物의 粘度를 낮추어 갔을때의 曲線의 變化에 特徵의 差異가 認定된다.

如斯한 相異는 當然 그 分子構造의 差異에 依하는 것이지만 于先第一로 分子量分子分布 및 分岐構造等의 差異가 生覺된다. 第二로 引張해서 歪를 附與했을 경우 分子의 配向에 依해서 생기는 結晶性의 영향이 크다고 生覺된다.

이 配向結晶性은 當然 微細 構造 即 시스—1,4 結合 含量에 比例하게 되는데 天然고무의 경우는 더 우기 分子鎖中에 僅少하게 包含되는 極性基(칼보올 基

等)의 영향으로 分子間凝集力이 強해져 있어서 配向結晶性을 促進하는 作用이 움직이고 있다고 生覺된다.

이러한 分子構造의 知見을 合成포리이소푸렌 고무에 應用함으로써 實驗室의으로는 天然고무와 同等 以上の 그린, 스트랭그스의 것도 얻어지고 있으므로 가까운 將來에는 天然고무同等的 그린, 스트랭그스를 가진 포리이소푸렌고무도 實現한다고 生覺된다.

■ Nipol IR의 加工特性

(i) 로울混練

Nipol IR의 포리머어, 무어니이 粘度는 80~85程度 이므로 豫備素練된 天然고무와 같은 時間과 動力을 드린 素練工程을 必要로 하지 않는다. 따라서 배열을 直接로울에 1~2회薄通해서 直時로울에 감아서 混練, 粉入作業이 된다. Nipol IR에 對한 混練, 粉入作業의 方法은 從來 天然고무에 對해서 行해지고 있었든 方法과 同一條件으로 行해진다.

但, Nipol IR은 混練初期의 配合劑의 混入完成이 速하기 때문에 混練時間을 多少短縮할 수가 있다.

로울 溫度는 一般的으로 50~70°C의 範圍가 最適이며 作業性이 가장 良好하다. 勿論이 溫度範圍外에서도 充分混練作業은 可能하나 特히 低溫으로 行하면 素練 效果가 生겨서 粘度低下가 크게 되므로 注意를 要한다

또 過剩時間 반축하면 粘着性이 불어서 로울面에의 粘着(스틱)을 發生하는 일이었다. 特히 白色充填劑 配合時에 그러한 傾向이 보이나 이러한 現象을 安일시키기 爲해서는 混練時間을 短縮 或은 로울溫度를 올려서 混練해서 粘度低下를 막는다.

(ii) 반바리이混練

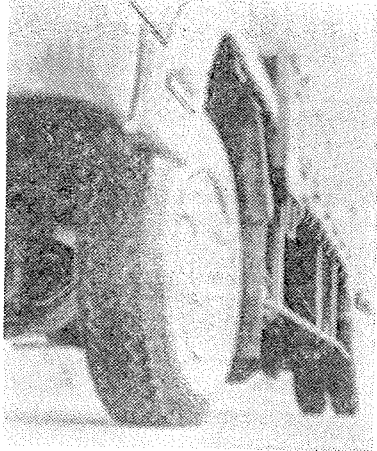
前述과 같이 Nipol IR은 豫備可塑化된 天然고무와 같은 狀態에 있으므로 배열을 直接반바리이, 믹서어에 넣을 수가 있다. 또 Nipol IR은 特別한 경우以外는 착해劑에 依한 可塑化를 必要로 하지 않는다. 따라서 豫備可塑化된 天然고무와 同一條件에서 混練이 可能하다. 또 配合物의 混入이 速하므로 사이클타임을 短縮할 수 있다. Nipol IR와 天然고무는 如何한 브렌드 比率로도 完全히 相溶하여 均一한 브렌드가 行해진다. 브렌드의 方法은 特別한 處置를 必要로 하지 않으나 天然고무는 豫備素練해서 Nipol IR의 무우니이 粘度에 接近시켜 놓는 便이 바람직한 結果를 얻을수 있다.

반바리이믹서어를 使用할 경우 天然고무도 特히 豫備素練을 行하지않을 경우가 있으나 이 경우에도 天然

表 2 輪 고무配合의 押出性

포 리 머 어	配合무우니 粘 度	다이溫度	스크류우 回 轉 數	押 出 量 g/min	다 이 스 웰 %
天然고무(페엘, 크레 에프)	48.5	60°C	15rpm	76.5	92.6
			30	132.0	101.4
		80°C	15	84.5	61.7
			30	151.0	66.0
天然고무 IR=50/50	55.5	60°C	15	80.0	59.7
			30	130.0	60.9
		80°C	15	92.0	38.8
			30	154.0	44.5
Nipol IR	58.5	60°C	15	92.0	44.9
			30	152.0	45.8
		80°C	15	90.0	37.7
			30	151.0	42.1

- 配 合
- 고무 100
- 活性亞鉛華 1.8
- 스테아린酸亞鉛 1.2
- 니프실 VN-3 5.0
- 왁스 2.3
- 促進劑F 1.0
- 메슈락 1.0
- (40mm押出機, 8mmφ다이使用)



니포올 IR을 사용한 트럭타이어

고무를 먼저 投入한後 IR을 添加함으로써 스후즈한 브
렌드配合物이 얻어진다.

(iii) 押出 및 카렌더어 加工

고무製品的 生産工程에서 混合반죽의 뒤에 行해지는

가장 一般的인 加工操作은 押出과 카렌더어加工이지만
여기서도 Nipol IR은 그 우수한 加工特性이 살수 있다
即 押出加工에 있어서는 天然고무보다 이 스웰이 작고
表面肌가 메끄럽게 되고 異物을 不包含하므로 스토레
에나아를 통과할 必要가 없다. 押出製品으로서는 타이
어트렛드를 爲始하여 各種류우브, 호오스類가 있으나
어느 것이나 上記한 利點이 살려져서 쓰여지고 있다.

특히 고무관이 輪고무等에는 Nipol IR을 使用하면
色調의 밝은 製品이 되며 從來天然고무에선 안되었든
透明칼러어 반드等이 재조되어 있다.

表 2에 是 輪고무配合에서의 押出性을 天然고무(pal-
ecrepe)와 比較해서 表示했다.

IR은 押出量이 같으며 다이스웰이 작음을 알수 있다
또 表 3에서도 가아메이·다이테스트結果로 부더 同樣
의 傾向이 보여진다. 한便 카렌더어加工에 있어서도
Nipol IR의 밀收縮이 작은것과 먼지가 없는點이 各種
製品에 活用되고 있다.

카렌더어 加工條件은 一般的으로 70~90°C의 로울
溫度範圍가 맞으며 良好한 可塑性이 생하며 均一한 계
에지와 탁크를 保持하며 살결이 고운 카렌더어시이트
가 얻어진다.

嚴格한 加工條件은 當然한 일이지만 쓰는 機種이나
配合의 種類에 依해서 달라지나 天然고무와 比較하면
一般的으로 로울溫度를 5~10°C 낮추거나 配合무우니
粘度를 좀 높임으로써 天然고무同樣的 카렌더어加工性이
얻어 진다.

表 3 타이어트렛드 基礎配合

配 合		天 然 ゴ ム (RSS#3)	Nipol IR-2200	Iom-Cis IR
포리머어		100.0	100.0	100.0
스테아린酸		3.0	3.0	3.0
亞鉛華		5.0	5.0	5.0
硫 黃		3.0	3.0	3.0
HAF카아본		50.0	50.0	50.0
오일(芳香族系)		10.0	10.0	10.0
促進劑 CZ		1.0	1.0	1.0
配合무우니粘度(100°C, ML-4)		52.0	51.0	57.5
加硫特性(비스쿠로메에터어) (145°C) T ₅ (分)		6.2	10.1	10.2
T ₉₅ (分)		17.1	21.4	22.4
最大토틀루크(kg. Cm)		42.2	40.4	40.6
押出特性(카아베이 다이테스트) (80°C 26rpm) 押出量(g/分)		43.9	41.1	35.9
다이·스웰(%)		78.0	54.0	50.0
	加硫時間(分)			
引張强度(kg/cm ²)	15	271	260	223
	20	254	264	217
	40	245	255	201
	60	245	243	204
伸 張(%)	15	490	530	570
	20	440	510	500
	40	430	500	490
	60	430	490	480
300%引張應力(kg/cm ²)	15	146	125	99
	20	162	129	116
	40	164	135	120
	60	157	130	117
硬度(JIS)	15	66	62	61
	20	67	62	61
	40	67	63	63
	60	66	61	62
	加硫時間(分)			
引裂强度(kg/cm)	15	105	74	60
	20	71	77	56
	40	64	73	52
	60	69	67	52
反撥彈性率(류푸케) (%)	40	58.3	58.5	59.0
壓縮永久歪(%) 100°C×72時間(25%壓縮)	40	61.7	49.7	49.6
耐摩耗性(란보온타일) 25°C (cm ³ /5分) 100°C		0.120	0.086	0.102
		0.180	0.146	0.160
굴릿치후랙소메에터어 100°C H.B.U(°C)		9.5	8.5	9.0
I.S.C (%)		13.0	14.2	12.4
I.D.C (%)		4.6	5.6	3.7
壓縮永久歪 (%)		3.3	2.7	2.3
스킷드抵抗指數 트라이		96	102	102
윌트		65	66	64

■ 加硫物성과 타이어의 應用例

加工特性和 同樣으로 Nipol IR은 加硫物성에 있어서도 天然고무와 大端히 恰似한 性能을 表示한다. 然이나 前述한 것처럼 僅少한 分子構造上의 差違로해서 加硫物性上에도 多少의 差이가 生진다. 그러나 그 差異는 Nipol IR의 配合上이나 性能上의 長點으로서 活用되는 點이 많이 있다. 一般적으로 IR은 天然고무와 比較하면 加硫物의 硬度和 모듈러스가 좀 낮아지며 伸長이 커진다.

表 4 TB카아카스配合에의 IR의 應用

配 合	1	2	3	4
天然고무(RSS #1)	100.0	85.0	64.0	42.5
Nipol-1,500	—	15.0	15.0	15.0
Nipol IR-2200	—	—	21.0	42.5
亞鉛華 #1	5.0	5.0	5.0	5.0
스테아린酸	1.0	1.0	1.0	1.0
GPF카아본	40.0	40.0	40.0	40.0
아로마틱오일	4.0	4.0	4.0	4.0
老防D	1.0	1.0	1.0	1.0
硫黃	2.3	2.3	2.3	2.3
促進劑. DM	1.0	1.0	1.0	1.0
配合무우니이粘度 (ML H ₄ 100°C)	39.0	40.5	41.5	43.0
탁키네스(몬산토, 탁쿠메에터어) 226.8g 30秒後(kg/cm ²)	3.6	3.4	3.5	3.5
加硫速度(비스큐로메에터어, 150°C) T ₉₅ (分)	4.8	6.7	7.1	8.3
T ₉₅ (分)	15.2	21.1	18.0	21.0
Vmax(kg.cm)	20.2	20.7	19.0	18.8
引張強度(150°C/加硫時間 (kg/cm ²) 20分	241	256	252	245
30分	234	251	255	243
40分	234	251	254	235
伸 長 (%)	600	650	680	690
	620	630	680	680
	610	630	680	670
300%모듈러스(kg/cm ²)	66	66	57	53
	59	65	58	55
	59	65	60	58
硬 度(JIS)	45	45	43	43
	44	44	43	43
	43	44	42	42
引裂強度(kg/cm ²)	35	37	37	36
	31	33	34	33

	30	31	32	32
反撥彈性率류푸케(%)40	69.5	68.5	70.0	68.5
壓縮永久歪(%) (100°C × 72時間 25%壓縮)	55.4	56.7	60.4	57.3
熱老化試驗(100°C×72時間)				
引張強度(kg/cm ²)	212	227	220	229
變化率(%)	(-12)	(-11)	(-12)	(-8)
伸 長(%)	480	490	480	540
變化率(%)	(-20)	(-25)	(-29)	(-22)
硬 度(變化포인트)	50	50	51	49
	(+5)	(+5)	(+8)	(+6)
接着試驗(나이롱 6, 12 60d×2, D-5配合)H테스트(kg/8mm)	18.9	16.5	18.0	18.5

이들은 僅少한 配合劑系의 調整으로 補充할 수가 있다. 또 Nipol IR은 天然고무에 比해서 動的發熱및 壓縮永久歪가 작음이 顯著한 特徵이라고 할수 있다. 表 3에는 타이어트렛트基礎配合으로 天然고무 Nipol IR 및 저시스 IR의 比較를 表示했으나 確實히 그러한 傾向이 보여진다. 即 Nipol IR은 天然고무에 比해 反撥彈性이 同等이며 壓縮永久歪가 顯著하게 작으며 굴릿치 프랙소메에터어에 依한 發熱도 적음을 알수있다. 또한 耐摩耗性, 스킷트抵抗性도 天然고무同等 以上이다. 表 4에는 TB카아카스配合에 있어서의 Nipol IR의 브랜드 效果를 表示했다.

카아카스配合에선 그 加工工程上그린, 스트랭그스와 탁크가 重視되나 天然고무를 50%置換해도 遜色없는 結果가 얻어져있다, 또한 카아카스配合에선 當然 타이 어코오드와의 接着性이 포인트로 되나 表에는 나이 롱 b 코오드, D-5RFL處理한 것의 H. 테스트 結果를 表示했으나 天然고무 100%와 同等한 接着力이 나와있다 最後로 美·군, 릿치社의 D.V. SARVACH※等이 行한 IR의 T.B. 타이어의 實走試驗結果를 表示한다. 여기 서도 表 5 및 圖 2와 같이 IR이 天然고무 同等의 耐摩耗性을 表示함을 알수 있다. 또 圖 3의 發熱性에 있어 서도 IR이 天然고무配合보다 타이어의솔더部 및 内部 어느것이나 發熱이 적은 結果가 얻어져 있다.

(※) D.V. SARVACH, R.W. HALLMAN and SUDEKUM, Rubber Age November, 1969)

■ 끝

以上 Nipol IR의 一般的性質과 應用例等을 表示했으나 日本제온에선 이미 2個年가까이 市場實績이 있는 汎用구레에드 Nipol IR-2200에 加之하여 더욱 高純度 特히 樹脂狀결 等の 全然없는 高級구레에드로서 Nipol IR-2205를 市場에 내고 있다.

表 5 實走摩耗試驗結果

Group Code	Polymers and Ratio, %	ISAF Black, phr	HA oil, phr	Miles/mil 21,000miles Avg. 2 Tires	R.O.W. Index 21,000 miles Avg 2 Tires	Wear Quotient ※ Avg. 2Tires
A	NR 100	45	8	54.4	100	399
B	NR/IR 50/50	45	8	57.0	105	470
C	IR 100	45	8	54.4	100	512
D	X-OEIR 100	65	25	51.7	95	513
E	IR/OEBR 70/30	50	11.3	62.4	115	587
F	NR/OEBR 50/50	55	18.75	67.8	125	579
G	IR/NR/OEBR 25/25/50	55	18.75	64.6	119	586
H	IR/OEBR 50/50	55	18.75	63.8	117	617
I	IR/OEBR 30/70	65	26.25	82.5	152	823

R.C.W Index × 100

※wear Quotient=Pound volume cost (The higher the value the more miles obtained per dollar Spent on tread Compounds)

圖 2

이것은 從來天然고무에선 困難했었던 極薄의 카렌더어 加工製品(例示하면 極細糸고무)등을 可能케한 것이다. 또 타이어 用途에 있어서도 最近의 보다 高速성과 均質성이 要求되는 라디알타이어化的 傾向에 맞치해서 全然異物. 먼지, 겔 등이 없는 Nipol IR이 漸漸徵用될 것으로 確信하고 있다.

한편 日本제온의 IR의 展開는 原料面에 있어서는 “GPI” 抽出技術을 베에스로 C₅ 留分中의 이소프렌抽出殘分の 有効利用의 開發을 進척시켰다. C₅總會利用事業의 一環으로서 보다 高品質의 폴리이소프렌고무를 市場에 安定供給하게끔 萬全의 態勢를 整備함과 同時 製品은 技術的으로는 天然고무의 高그린, 스트랭그스를 兼備하여 合成고무로서 우수한 性能과 均質성을 가진 더욱 퍼어팩트한 合成고무 Nipol IR의 開發에 邁進하고 있다(73. 10月刊타이어誌)

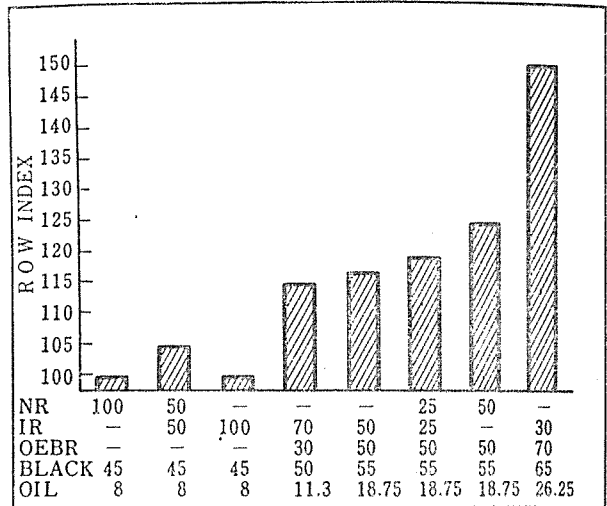
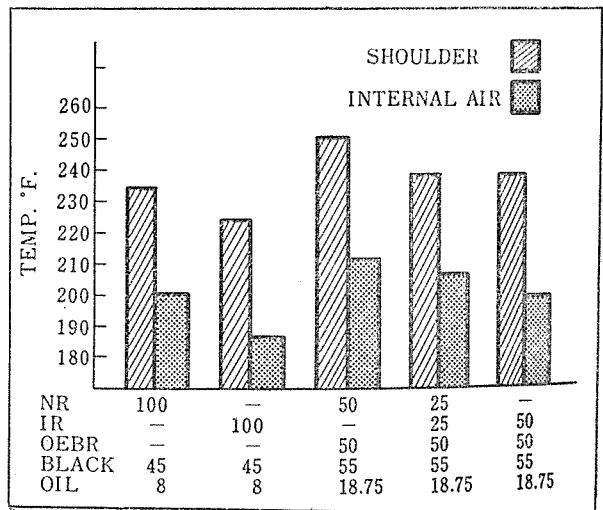


圖 3



間 諜
申 告 是
1 1 3