

<技術編>

# 反復大伸長時의 天然 고무 加硫物의 疲勞

日本 大津타이어 株式會社  
大音 學 · 上田 稔 · 村上 伸茲

## 要 旨

加硫 고무에 大變形의 反復歪를 外部刺戟으로서 附與하던 初期에는 大幅의 應力의 變化現象이 보여져 徐徐히 一定應力值에 接近하여 破斷에 이른다. 이 應力의 變化現象과 疲勞壽命(破斷하기까지의 回數)이 如何한 機械的 化學的 因子의 影響을 받는가를 天然고무의 純고무 加硫物로 檢討했다.

그 結果 室溫으로 고무에 反復伸長疲勞를 부여하던 架橋構造, 網目密度 및 伸長率이 應力變化의 大小, 疲勞壽命의 增減에 影響을 주었다. 高溫으로 고무에 反復伸長疲勞를 주면 熱酸化에 依하여 어느 溫度로부터 현저한 應力軟化(化學應力軟化) 現象이 보였다. 然이나 고무에 劣化防止劑를 添加하던 高溫에 있어서의 酸化反應이 抑制되기 때문에 無添加의 境遇와 달라서 破斷이나 현저한 應力軟化가 일어나지 않았다.

疲勞壽命(F)와 破斷伸長( $\epsilon_b$ ), 反復伸長率( $\epsilon$ )의 사이에  $F=A(\epsilon_b-\epsilon)^n$ 의 關係가 成立함이 認定되었다. A, n은 固有의 파라메터이며 天然고무의 純고무加硫物로서 n은 4.0~4.5의 거의 一定值을 表示했다.

## 1. 緒 論

加硫고무의 疲勞에 對해서는 相當히 以前부터 各種의 方法으로 研究가 行해지고 있으며 많은 報告가 있다. 그것들을 大別하면 主로 物理的 現象으로서 疲勞를 解明하려고 하는 研究와 化學的인 面으로부터 疲勞를 解明하려고 하는 研究로 되나 比較的低伸長에 있어서의 連續的인 外部刺戟에 對한 應答을 理論的으로 或은 現象論的으로 解明하려고 하고 있는 研究가 많다. Lindley 등<sup>1)</sup>은 比較的低伸長에 있어서의 고무속의 缺陷部의 成長과 疲勞의 問題에 對하여 Rivilin 등<sup>2)</sup>이 主唱한 破壞에너지(tearing energy)의 원리를 使用해서 理論的인 考察을 하고 있다. 또 mullins 등<sup>3)</sup>은 加硫

고무가 歪를 받으면 mullins 效果라고하는 應力軟化 現象이 나타남을 發見하고 그 原因에 對해서 各種의 點으로부터 考察하고 있으나 이것도 하나의 疲勞現象이다. 化學的인 立場으로부터는 고무의 疲勞中에 받는 主鎖 및 架橋點의 切斷에 주는 空氣中의 酸素나 오존 및 紫外線이나 溫度의 影響에 對해서 研究되고 있다. 加硫고무의 疲勞現象은 解明하는 立場으로부터 生覺하던 고무의 疲勞中에 있어서의 物性變化 및 化學구조의 變化와 壽命과의 相關性을 發見할 것이 重要하게 된다 이 壽命이란 어느 條件下에서 일어나는 連續的인 破壞現象의 終着點이라고 生覺이 된다.

따라서 連續的인 破壞過程에 있어서 物理的인 變化 및 化學的인 變化가 일어나 外部刺戟에 견디지 못하게 되어서 破斷으로 引導하는 平衡點이 存在한다고 생각 이 된다.

이 應力의 平衡點이 如何한 條件下에서 일어나는가를 物理的 및 化學的으로 捕捉하는 것은 重要的인 일이다.

또 고무에 있어서의 靜的條件下에서의 破斷現象이 大變形時에 일어난다는 것을 생각하면 大變形下에서의 疲勞現象을 追求하는 것은 興味 있는 點이다.

그래서 本報에선 大變形下에서의 疲勞現象을 取扱하나 이것은 大變形域에서의 連續的인 破壞가 疲勞現象과 容易하게 相關한다고 생각했기 때문이다.

그때문에 大變形의 反復歪를 外部刺戟으로서 주었을 때에 連續的인 破壞, 即 缺陷部의 成長이 如何한 物理的 化學的 因子의 影響을 받는가를 檢討했다.

## 2. 實 驗

### 2.1 加硫고무 試料

實驗에 使用한 試料의 配合율表 1에 表示한다. 試料은 天然고무의 純고무系이며 加硫系에 依해서 架橋形態를 變化시켜 基準의 網目密度를  $1.0 \times 10^{-4}$  mol/cc로

하여 그 前後의 値가 되게끔 135°C와 141°C로 所定 時間 加硫했다.

試料은 아세톤 쿠로로호를 溶媒로 各1週間式 室溫. 暗所에서 抽出精製해서 實驗에 使用했다. 아민系 劣化 防止劑 N, N-디 웨닐-P-웨닐렌지아민은 膨潤方法 에 依해서 아세톤 벤젠 混合溶媒中에서  $5.0 \times 10^{-6}$  mol/g 고무(1, 2phr)를 添加했다.

2.2 反復伸長疲勞 및 靜的物性

反復伸長疲勞는 두께 1mm의 JIS 1號 단뿔形 試料를 引張試驗機(東洋測器製 텐시론)을 使用해서 500mm/min의 速度로 反復伸長시켜서 行했다. 그리하여 疲勞 中の 應力變化를 追跡하여서 破斷直前의 應力(平衡應力). 破斷試料의 파아마넨트셋트 및 破斷하기까지의 反復回數(疲勞壽命)을 測定했다.

靜的物性은 引張試驗機를 使用해서 引張速度 500mm/min 20°C下에서 測定했다.

2.3 網目密度

試料를 20°C의 벤젠속에서 96時間 膨潤시켜 팽윤度 ( $v^{-1}R$ )을 求한後 Flory의 式으로부터 網目密度  $\nu_s$  를 求했다.

$$\nu_s = - \frac{v_R + \mu v_R^2 + 1n(1-v_R)}{\rho_R \cdot v_0 \cdot (v^{1/3}R - v_R/2)} \quad (1)$$

表 2 加硫고무의 物性

試料名	加硫時間 (min)	網目密度 $\times 10^{-4}$ (mol/cc)	引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	伸長 (%)	300%M (kg/cm <sup>2</sup> )	500%M (kg/cm <sup>2</sup> )
NR-DPG	120	1.28	207	730	16	45
NR-MBTS-1	10	0.54	185	870	6	28
NR-MBTS-2	25	1.04	238	750	12	39
NR-MBTS-3	30	1.24	212	740	15	43
NR-TMTD-1	7.5	0.60	180	900	8	27
NR-TMTD-2	15	0.95	210	810	10	32
NR-TMTD-3	30	1.22	208	750	14	51
NR-DCP	30	1.10	140	680	16	44

測定溫度 20°C

2.4 結晶化度

理學電機製 X線回折裝置를 使用해서 回折強度를 測定해서 式(2)에 依해서 結晶化度를 求했다.

$$\text{結晶化度}(\%) = \left(1 - \frac{\text{非結晶強度干涉面積}}{\text{結晶強度干涉面積}}\right) \times 100 \quad (2)$$

2.5 動的彈性率 (E') 및 tan δ

東洋測器製 마이브론 DDV-2形을 使用해서 20°C 110Hz로 E' 및 tan δ을 測定 해서 求했다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 加硫고무의 物性

加硫고무試料의 靜的 初期物性과 網目密度를 表 2에

여기서  $\nu_R$ : 膨潤液中的 고무의 容積分率(팽윤前의 試料容積/膨潤後의 試料容積)이다.

$\rho_R$ : 고무의 密度  $v_0$ : 溶媒의 分子容.  $\mu$ : 고무-溶媒相互作用係數(天然 고무: 0.44)

表 1 加硫고무의 配合

	NR-DPG	NR-MBTS	NR-TMTD	NR-DCP
天然고무*1	100	100	100	100
酸化亞鉛(亞鉛華 1號)	5.0	5.0	10.0	—
스테아린酸	3.0	1.0	—	—
硫 黃	3.0	2.5	—	—
加硫促進劑 DPG*2	1.2	—	—	—
“ MBTS*3	—	2.0	—	—
架橋劑 TMTD*4	—	—	4.0	—
“ DCP*5	—	—	—	3.0
加硫溫度 (°C)	135	141	141	141

- \*1 에어드라이사이트
- \*2 디웨닐쿠아니진
- \*3 디벤조치아칠지슬피이드
- \*4 테트라메칠치우람디셀피이드
- \*5 디쿠밀펠옥시이드

表示한다.

3.2 結晶化도와 伸長率

天然고무와 같은 結晶化하기 쉬운 고무는 大變形下의 疲勞에 있어서 結晶化의 影響을 크게받는 것으로 生覺되므로 伸長에 依한 結晶化度를 求했다.

天然고무의 MBTS+S, TMTD 및 DCP 加硫物에 있어서의 結晶化도와 伸長率의 關係는 圖 1 처럼되었다. 天然고무 加硫物의 結晶化度는 架橋構造에 支配當하나 使用한 3種類의 試料中에서 TMTD 加硫物이 比較的 低伸長度에서 結晶化되기 쉽고 大伸長으로 되면 DCP 加硫物과 TMTD 加硫物은 거의 同程度結晶化 되기 쉽

다. 한편 MBTS+S 加硫物은 前二者에 比해 結晶化하기 어려운 架橋구조임을 알 수 있다.

三者에 共通해서 말할 수 있는 것은 低伸長의 結晶化에 주는 영향은 작고 大伸張率은 宏壯히 크다고 하는 것이다.

이 事實로부터 天然고무와 같은 結晶化되기 쉬운 고무에 對해서는 大變形時의 物性學動에 있어서 結晶化의 影響을 充分히 考慮할 必要가 있다.

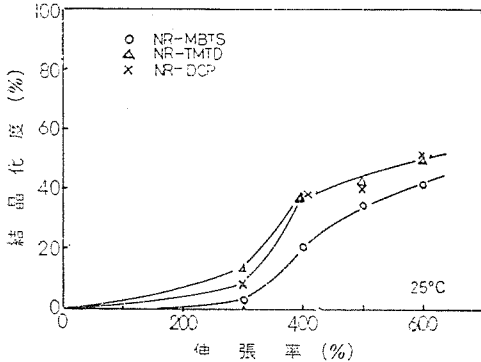


圖 1 各種配合 고무의 伸張率과 結晶化度와의 關係

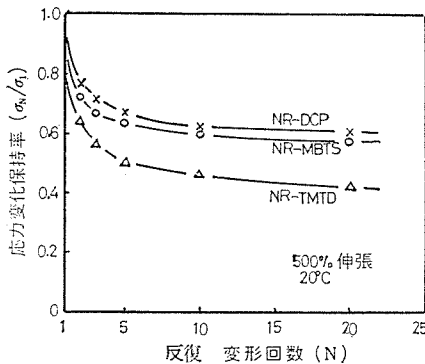


圖 2 各種配合 고무의 應力變化率과 反復變形回數와의 關係

### 3.3 反復伸張疲勞

#### 3.3.1 反復伸張疲勞時의 應力變化

圖 2, 3, 4에 反復伸長下에서의 應力 變化學動을 表示했다. 圖 2, 3, 4로부터 架橋構造의 相違나 網目密度의 大小에 依해서 應力變化 學動이 相異 함을 알 수 있다. 포리셀피드 架橋구조를 많이 갖고 있는 것으로 生覺되는 NR-MBTS系에선 圖 3으로부터 알 수 있는바와 같이 網目 密度를 變化시켜도 그 應力變化는 거의 一定하다.

이것은 포리셀피드 架橋구조가 伸長에 依存하고 伸長에 依해서 架橋의 再配列이나 交換등의 內部구조의 變化가 일기 쉬운데 基因하는 것으로 생각된다.

또 NR-TMTD系에서의 應力 變化는 網目密度에 크게 依存하고 있다.

이것은 NR-TMTD 系가 모노셀피드 架橋構造이며 圖 1에 表示한것처럼 伸長에 依해서 比較的 結晶化하기 쉬운 點으로써 이 結晶化가 網目密度에 影響되기 때문이라고 생각된다.

또 NR-TMTD 系와 같은 學動을 한다라고 豫想된다. NR-DCP系에선 同一 網目密度에서 NR-MBTS, NR-TMTD系보다도 應力變化가 가장 작다.

#### 3.3.2 反復伸長 疲勞時의 應力 變化에 주는 溫度의 影響

應力 變化에 주는 溫度의 影響을 보면 圖 5, 6, 7, 8로부터 알 수 있는 바와같이 應力變化는 溫度에 依存하고 溫度上昇과 함께 變化의 정도는 작아져 있다. 이것은 高溫으로되면 고무分子세그먼트의 熱運動이 活潑化됨에 따른 彈性率의 增大, 物理緩和에 影響한다고 생각되는 分子의 얽힘의 풀림이나 分子間의 디코어질 등에 基하는 內部마찰의 감소에 依한다고 생각된다.

더욱 어느 溫度로부터는 再次應力의 變化의 程度가 增大하여 應力의 軟化現象이 나타나온다. 如此한 어느 特定溫度로부터 應力變化가 크게 나타나는 現象을 化學應力軟化라고 定義해서 Mullins 등의 物理的 應力軟化와 今後區別해서 使用하기로 한다.

이 化學應力軟化의 現象은 熱劣化에 기초를 갖는다고 生覺된다.

即 고무分子鎖의 切斷에 依하는 應力의 減少를 表示하고 있다. 따라서 이 現象은 고무分子의 耐熱性을 表示하는 것으로 생각된다. 化學應力軟化가 나타나는 溫度는 NR-DPG로 約 80°C NR-MBTS로 約 100°C NR-TMTD로 110°C NR-DCP에서는 不存在했다.

이것은 一般的으로 일컬어지고 있는 耐熱性의 評價와 一致하고 있다. 炭素-炭素架橋를 갖는 NR-DCP에선 그 架橋構造의 安定性으로부터 高찰해서 NR-TMTD와 同程度의 耐熱性을 表示한다고 생각되나 架橋構造의 不均一性이나 破斷伸長의 낮은 點등으로부터 一定伸長下에선 他的 架橋구조의 것보다도 缺陷部에의 應力集中이 보다 많이 作動하기 때문에 보다 容易하게 破斷한 것으로 생각된다.

또 如此히 應力軟化現象이 溫度에 依存한다고 하는 것은 高溫에 있어서의 酸化反應 때문이라고 생각되어므로 劣化防止劑를 加硫고무에 添加함으로써 고무의 主鎖의 酸化反應을 抑制해서 應力의 變化를 調査해 보았다.

圖 9에 아민系劣化防止劑 N,N-디헥닐-P-퀴니렌 지아민(DPPD)를 添加한 試料와 無添加試料와의 應力變化를 表示했다.

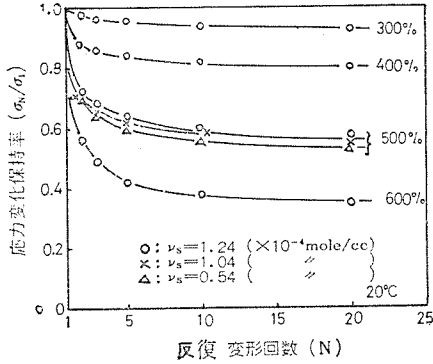


圖 3 NR-MBTS 系의 應力變化에 주는 網目密度 및 伸長率의 影響

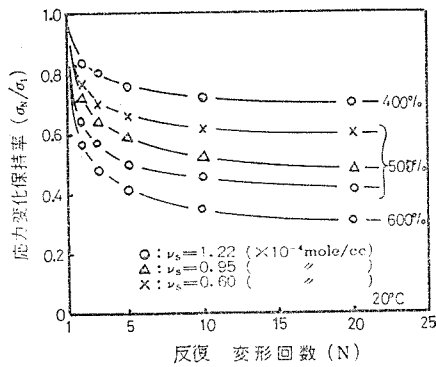


圖 4 NR-TMTD系의 應力變化에 주는 網目密度 및 伸長率의 影響

圖 9로부터 알 수 있는 바와 같이 100°C에 있어서 應力變化에의 劣化防止劑의 添加 効果가 나타나서 온다.

특히 高溫下에선 酸化反應이 현저히 일어나 主鎖의 切斷이 일어나기 쉽기 때문에 無添加試料은 破斷하든가 或은 應力 감소가 현저히 나타난다.

또 添加試料은 劣化防止作用에 依해서 化學反應이 抑制되었기 때문에 破斷이나 현저한 應力감소등의 現象이 안일어난 것으로 생각된다.

3.3.3 反復伸長疲勞의 回復

一定한 伸長率(500%)로 一定回數反復變形을 준 試料을 벤젠 속에서 4日間 攪운시킨 後 벤젠을 증발除去하고 同一한 伸長率에서의 應力을 測定해서 그應力(σN')와 初期應力(σ1)과의 比, 即σN'/σ1을 프롯트 한 것을 圖 10에 表示한다.

이것은 攪운에 依한 應力軟化의 回復정도를 表示하고 있다.

또 圖 10의 破線은 連續的으로 反復伸長을 준 試料의 應力變化(σN/σ1)를 表示하는 曲線이다.

圖10으로부터 아는바와 같이 NR-TMTD 및 NR-DCP系는 回復率[ $\frac{(\sigma N'/\sigma_1) - (\sigma N/\sigma_1)}{1 - (\sigma N/\sigma_1)}$ ]]

이 NR-MBTS 系보다 크다. 이것은 架橋구조의 차에 依한다.

結局 架橋구조에 依해서 應力軟化의 回復方法이 相異하다고 하는 것이다.

그 理由로서는 Harwood 등<sup>6)</sup>이 말하고 있는 것처럼 NR-MBTS는 内部變形하기 쉬운 포리셀피드 結合을 갖고 있기 때문이라고 생각된다.

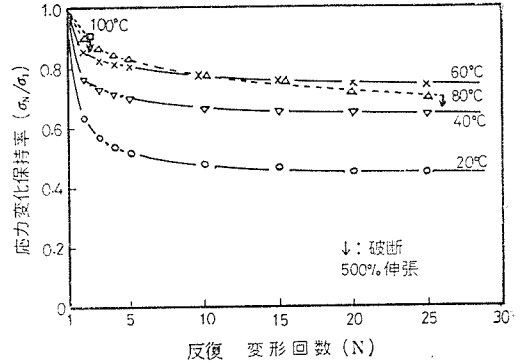


圖 5 各溫度에 있어서의 NR-DPG 加硫物의 應力 變化曲線

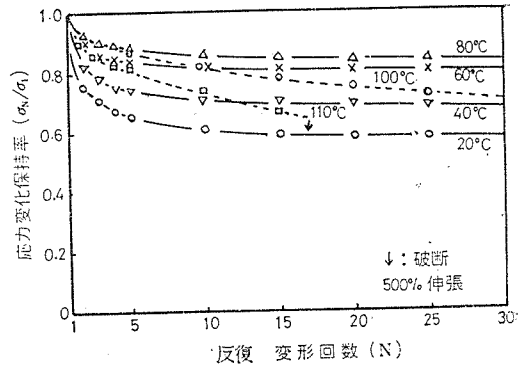


圖 6 各溫度에 있어서의 NR-MBTS 加硫物의 應力 變化曲線

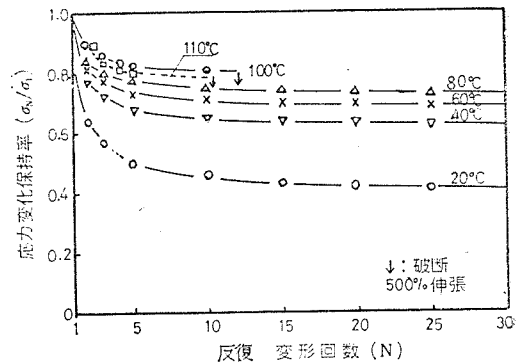


圖 7 各溫度에 있어서의 NR-TMTD 加硫物의 應力 變化曲線

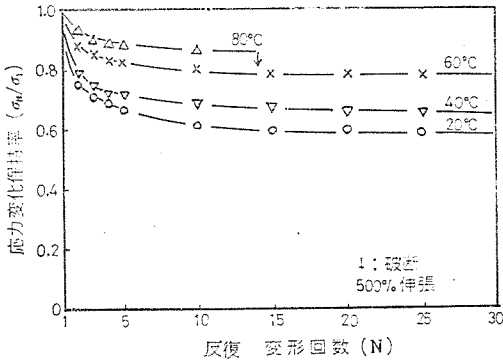


圖 8 各溫度에 있어서의 NR-DCP 加硫物의 應力變化曲線

3.3.4 反復伸長疲勞의 物性變化

圖 11에 NR-MBTS의 反復伸長下에 있어서의 網目密度變化를 表示했다.

圖 11로부터 알 수 있는 바와 같이 反復疲勞 과정中的 網目密度變化는 低溫(20°C)에선 거의 안 일어났으나 高溫(100°C)로 되면 網目密度에 變化가 일어났다. 低溫에선 反復伸長 피로에 依해서 고무 分子間的 얽힘의 풀림이나 分子間的 미끄러짐 等的 物理的結合의 變化 및 結晶化가 일어나나 이들은 網目密度를 變化안

表 3 反復伸長 疲勞中에 있어서의 物性變化

反復回數*1	NR-MBTS			NR-TMTD			NR-DCP		
	$\tan \delta^{*2}$	$E'$ ( $\times 10^7 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$ )	網目密度 ( $\times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{cc}}$ )	$\tan \delta$	$E'$ ( $\times 10^7 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$ )	網目密度 ( $\times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{cc}}$ )	$\tan \delta$	$E'$ ( $\times 10^7 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$ )	網目密度 ( $\times 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{cc}}$ )
0	0.124	1.56	1.04	0.085	1.52	0.95	0.083	1.64	1.10
2	0.129	1.57	1.04	0.086	1.48	0.94	0.084	1.61	1.05
5	0.127	1.52	1.04	0.090	1.50	0.92	0.085	1.59	1.07
10	0.129	1.55	1.03	0.083	1.49	0.90	0.085	1.61	1.08
30	0.128	1.47	1.05	0.094	1.47	0.95	0.086	1.57	1.06
50	0.134	1.55	1.05	0.092	1.52	0.93	—	—	—

\*1 反復伸長疲勞는 20°C, 500%伸長으로 行했다

\*2  $\tan \delta$ ,  $E'$ 는 20°C, 110 Hz로 測定

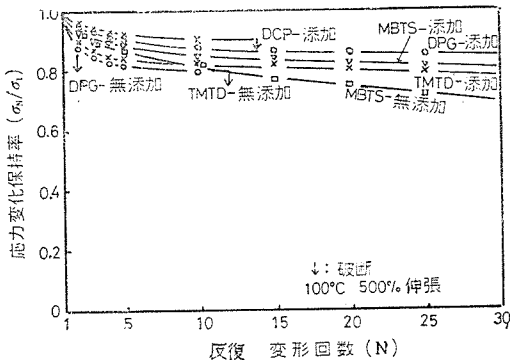


圖 9 劣化防止劑 DPPD添加物의 應力變化曲線

시킨다고 생각된다. 然이나 高溫으로되면 고무分子 鎖의 主鎖切斷 및 架橋點의 切斷등의 化學的인 結合의 變化가 일어나 이것이 網目 密度變化에 크게 寄與한것 으로 생각된다.

다음으로 反復變形피로를 준 試料의 動的 彈性率 ( $E'$ ), 動的損失係數( $\tan \delta$ ) 및 網目密度의 測定結果를 表 3에 表示한다.

$E'$ ,  $\tan \delta$  共히 거의 變化안하고 있는 것은 反復疲勞에서 고무分子의 化學구조가 용이하게 變化하지 않는 데 기인한 것 같다.

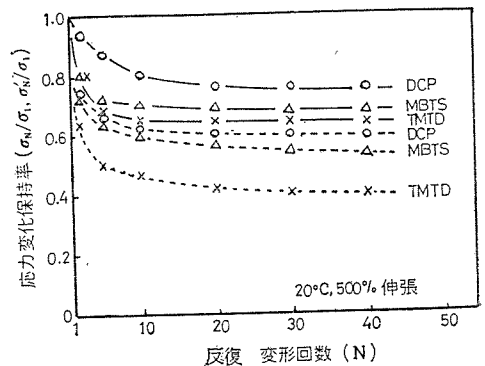
3.4 反復伸長에 있어서의 疲勞壽命

3.3.1에서 反復伸長 피로 現象을 검토했다.

即. 圖 2, 3, 4에 表示한 바와 같이 反復伸長에 依해서 應力이 變化했다.

그리하여 破斷은 應力의 平衡狀態에 있어서 加硫 고무의 缺陷部에 應力이 集中해서 缺陷部의 成長에 依해서 일어나는 것으로 생각되었다.

이 平衡應力은 伸長率, 架橋구조, 網目密度에 依해서 相異하나 疲勞壽命과의 關係를 圖12에 表示했다. 또 疲勞壽命과 第一應力과의 關係를 圖 13에 表示했다. 여기서 第一應力이란 反復伸長時의 第一 사이클에 있어서의 應力을 말한다.



.....應力變化曲線  
— 初期應力에 對한 膨潤後의 第一應力( $\sigma N'$ )의 比  
圖 10 反復回數와 應力回復과의關係

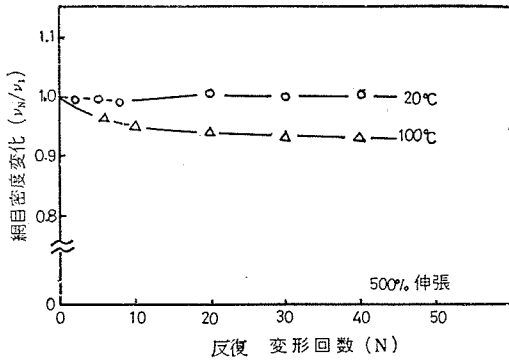


圖 11 NR-MBTS의 反復變形中에 있어서의 網目密度變化

圖 12, 13으로부터 網目密度 架橋구조의 變化에 依存하지 않고 臨界의 平衡應力 및 第一應力이 있음을 알 수 있다.

이것은 大變形時의 疲勞에 있어서의 고무속의 결합부를 成長시키는데 必要한 最低限의 에너지量에 相當한다고 생각된다.

이것 以下의 入力레벨에서는 小變形時의 疲勞에서 볼 수 있는 構造變化主體의 疲勞메카니즘에 支配된다고 생각된다.

臨界平衡應力 以上에선 多少 架橋구조에 依存한다. 이것은 大變形反復伸長時의 應力變化의 程度의 差에 依한다고 생각이 된다.

또한 破斷가까이의 大變形反復伸長에선 고무의 破斷特性이 律速으로되어 缺陷部의 成長이 急速으로 일어나 수명도 또 짧아진다. 如斯히 大變形時에 있어서의 疲勞壽命은 고무속의 缺陷部를 成長시키는데 必要한 에너지量과 破斷特性에 支配된다고 생각된다.

따라서 疲勞수명(F)와 破斷物性值를 關聯시키기 爲해 破斷伸度( $\epsilon_b$ )와 反復伸長率( $\epsilon$ )과의 差, ( $\epsilon_b - \epsilon$ )와 疲勞壽命(F)을 兩對數 프롯트했다. 이것은 圖14에 表示했다. 圖14로부터 피로수명(F)는  $F = A(\epsilon_b - \epsilon)^n$ 로 表現될 을알았다.

여기서 n, A는 고무에 固有한 파라메터이다. 天然 고무 加硫物의 파라메터의 n值는 4.0~4.5에서 거의 一定值를 갖는것 같다.

또한 圖14에 있어서 直線으로 부터의 間隙과 屈折點이 보였다.

이 屈折點은 破斷가까이의 大變形時의 反復伸長에 있어서 보여져서 NR-MBTS, NR-TMTD에선 網目密度에 依存하고있다. 이것은 大變形時의 反復伸長下에선 缺陷部의 急速한成長이 일어나나 特히 網目密度의 큰것으로는 主鎖 및 架橋部分이 보다 큰緊張 狀態로 되는것 및 결합부가 보다 많이 存在함에 依한다고 생각된다.

각된다.

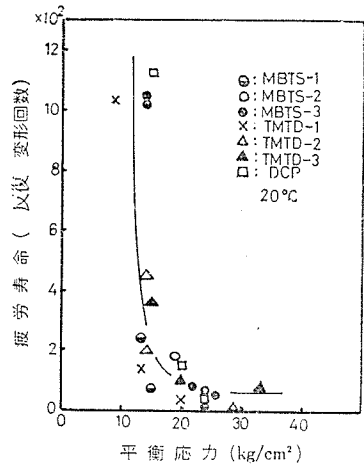


圖 12 疲勞壽命과 平衡應力과의關係

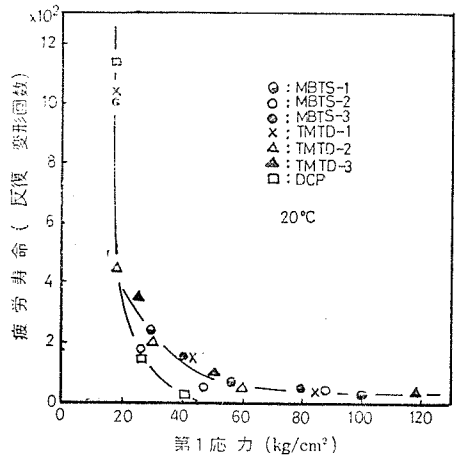


圖 13 疲勞壽命과 第一應力과의關係

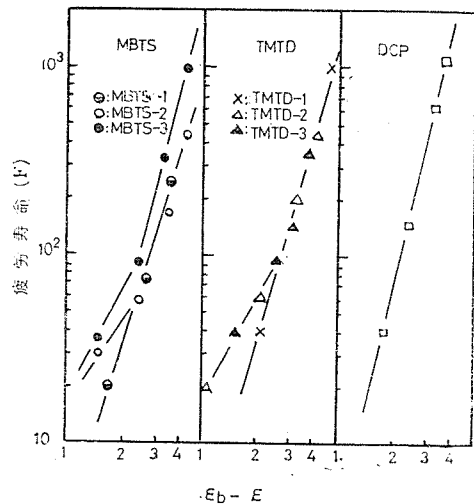


圖 14 疲勞壽命(F)와  $\epsilon_b - \epsilon$ 와의關係

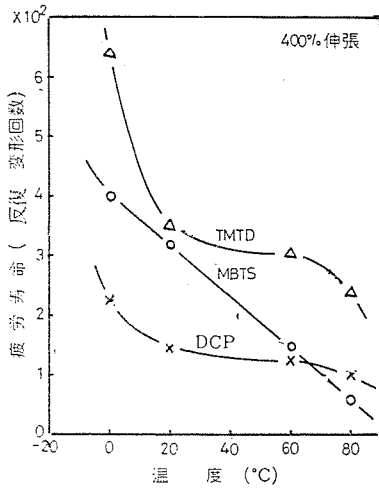


圖 15 疲勞壽命과 溫度와의關係

다음으로 疲勞壽命과 溫度와의 關係를 圖15에 表示했다. 圖 15로부터 NR-MBTS는 溫度的 上昇과함께 壽命이 低下하고 있으나 NR-TMTD, NR-DCP에선 NR-MBTS와 다르며 20°C~60°C附近에선 거의 同一한 수명을 表示하는 것으로부터 加교구조에 依해서 耐熱性이 相異함을 알수가 있다.

이점에 對해서는 圖 5~8에서 얻은 結果와 一致하고 있으며 NR-MBTS는 耐熱性이 나쁘다는 것으로 된다. 低溫域에서의 壽命의 增加는 天然고무의 結晶化에 依해서 破斷伸長이 增加했기 때문이다.

#### 4. 結 論

室溫에서 고무에 反復伸長 疲勞를 주던 架橋構造, 網目密度 및 伸長率(變形率)이 應力變化의 大小, 피로

(32p.에서)

### II - 13 웨닉스 2010S·스탈프랙스라디알

<웨닉스 2010S. 스탈프랙스 라디알>은 45哩/時(72 km/時)로부터의 濕潤路에서의 制動에 있어서 조차 미끄러지기 쉬웠다.

60哩/時(96km/時)에선 타이어를 똑바른 方向으로

투기 爲해서 스테어링 修正이 必要 했었다. 濕潤路에서의 코오너어팅테스트에선 기름을 칠 한것 같은 感觸이 있으며 드라이버는 前面端이 完全히 벗겨나가지 않도록 스피이드를 낮추고 조용히 움직이지 않으면 안되었다. 마른포장노상에서의 性能은 60哩/時로부터의 制動에선 制御를 妨害하는 緩慢한 록크가 있었을 程度로서 實質的으로는 良好, 乘車感과 騒音은 거의 平均的

수명의 증감에 영향을 주었다. 高溫에서 고무에 反復 伸長피로를 부여하면 NR-DPCT에서 約 80°C, NR-MBTS에서 100°C, NR-TMTD에서 110°C로부터 熱酸化에 依하여 化學應力軟化가 나타났다.

고무에 劣化防止劑를 添加하면 高溫에 있어서의 酸化反應이 억제 되기때문에 無添加의 경우와 다르며 破斷이나 현저한 應力감소가 일어나지 않았다.

피로수명(F)와 破斷伸長(ε<sub>b</sub>), 反復伸長率(ε)의 사이에 F=A(ε<sub>b</sub>-ε)<sup>n</sup>라고 하는 關係가 成立함을 알았다.

A, n은 固有의 파라메터이며 天然고무의 純고무加硫物에서 n은 4.0~4.5이었다.

(本報는 1968年 5月16日, 日本고무協會 第35回研究發表會 및 1969年 5月21日, 日本고무協會 第36回研究發表會에서 發表한 것이다)

#### 文 獻

- 1) A.N. Gent, P.B. Lindley, A.G. Thomas: *J. Appl Polymer Sci* : 8, 455 (1964).
  - 2) G.J. Lake P.B. Lindley : *J. Appl. polymer Sci.*, 8, 707(1964).
  - 3) G.J. Lake. P.B. Lindley : *J. Appl. polymer Sci.*, 10 343(1966).
  - 4) R.S. Rivlin, A, G, Thomas; *J. polymer sci.*, 10 291(1953).
  - 5) J.A.C. Harwood L. mullins, A.R Payne: *J. IRI* 1, 17 (1967).
  - 6) J.A.C. Harwood, A.R. Payne : *J. Appl polymer Sci.*, 10, 1203 (1966).
- (1975. 12 日本 高우協會誌)

이었다.

### II - 14 콘티넨탈 TS771

<콘티넨탈 TS771>은 濕潤路에서의 록크가 생기기 쉽고 더욱 하이드로프레이닝現象을 일으키기쉬운 타이 어였다.

이 타이어는 스트레이트라인에서 미끄러지며 그때문에 스테어링의 修正을 必要로 했다. 또 젖은 스킷드팟드에서도 미끄러지기 쉽고 反應도 늦다. 然이나 比較的 容易하게 制限內를 保持하며 콘스탄트한 핸들 修正은 不必要 했었다. 스탈프의 高速 畧손에서 顯著하게 良好한 그립프를 갖고 있었으나 이 利點은 마른스킷드팟드에서 눈에 안띄었다. (53P.로)