

乘用車用 타이어의 空氣漏出로 인한 Cord Breaking Up

協會 李源善 譯

1. 序 論

自動車の保有臺數의 增加와 高速道路網의 整備 및 擴張에 따라 交通서비스의 量的 擴大가 增加되고 있다. 따라서 交通事故도 많이 發生하고 있어, 自動車の 部品인 타이어의 重要性이 交通安全對策上 한층더 注目되고 있다. 즉, 自動車の 重要的 保安部品인 타이어는 다음과 같은 4가지의 主要한 機能을 갖고 있는 點이 다른 部品과 다르다.

- ① 自動車の 重量을 支持하는 機能
- ② 驅動力, 制動力을 路面에 傳하는 機能
- ③ 路面으로부터의 衝擊을 緩和하는 機能
- ④ 自動車の 方向을 轉換·維持하는 機能

이와 같은 重要的 機能을 갖는 타이어가 高速道路 등에서 損傷을 받을 경우 自動車の 安全性·操縱性에 重大 影響을 미치는 것은 明白한 事實이다.

이와 같은 損傷의 一例로서 高速道路에서 最近 많이 發生하고 있는 乘用車用 타이어의 空氣漏出로 인한 Cord Breaking Up(C.B.U)이 있다. 이 損傷에 對하여 實際 使用條件으로 再現試驗을 하여 發生原因을 解析해 보고자 한다.

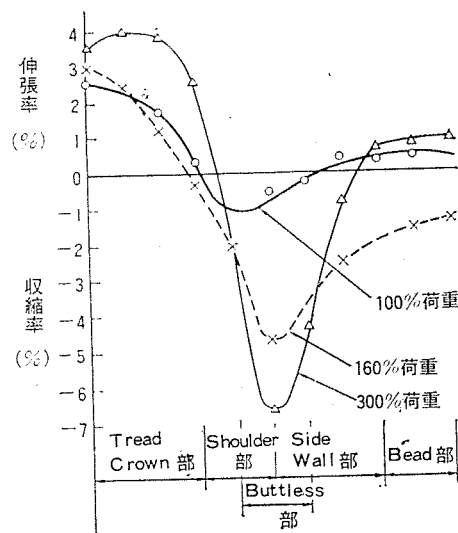
2. 空氣漏出로 인한 Cord Breaking Up

2-1 空氣漏出로 인한 Cord Breaking Up (C.B.U)이란?

C.B.U란 Cord Breaking Up 또는 Carcass Breaking Up의 略字로서 타이어의 “Cord 切傷”

을 말한다.

空氣漏出로 인한 C.B.U는 코드 切傷中의 한 種類로서 走行中 타이어의 空氣가 서서히 새어나가 카카스部的 플라이 코드가 部分的으로 또는 全圓周方向에 걸쳐 圓周方向으로 破斷되어 생긴 損傷이다. 이 損傷은 一般的으로 Shoulder部, Side Wall部에 發生한다. 空氣壓不足 또는 過荷重狀態에서 타이어를 使用하면 屈曲이 커지고 特別히 Shoulder部, Side Wall部の 타이어 코드는 反復되는 屈曲運動과 타이어 內部的 異常發熱로 因하여 疲勞가 促進되어 코드가 破斷된다. 그림 2-1은 荷重과 타이어 코드에 걸리는 伸張率과 收縮率의 關係를 表示한 것이다.



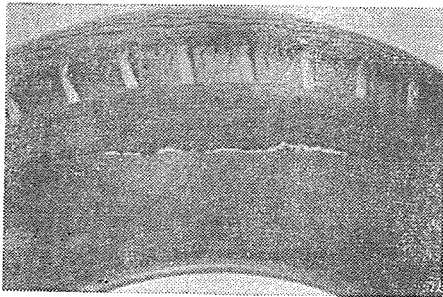
[그림 2-1] 荷重에 따른 코드 伸張率과 收縮率의 比較

그림에서 알 수 있는 바와 같이 Tread, Crown 部에서는 코드 張力은 荷重의 影響을 많이 받지 않지만, Shoulder 部가 받는 壓縮力은 荷重이 많을수록 急激히 增加하여 最大值는 Shoulder 部로부터 Side Wall 部에 集中的으로 結된다. 또한 衝擊 또는 外傷을 받으면 타이어의 카카스部에 部分的으로 코드 切傷을 일으키며 그 部分은 局部的인 應力集中이 일어나 周邊의 코드가 차례로 破斷되어 圓周方向으로 코드가 切傷된다. 이 損傷은 走行中 갑자기 타이어 破裂(Burst)의 原因이 되므로 極히 危險하다. 또한 코드 切傷은 그 發生要因에 따라 다음과 같이 分類한다.

2-2 코드 切傷의 分類

(1) 空氣壓不足 또는 過荷重으로 因한 코드 切傷

空氣壓不足 또는 過荷重으로 運行하게 되면 타이어의 屈曲이 甚하여지고 走行中の 屈伸運動으로 Shoulder 部 또는 Side Wall 部の 카카스가 圓周方向으로 코드 切傷(線狀 또는 톱니모양으로) 이 일어난다. 코드 切傷의 길이는 圓周의 半以上이나 되며 全카카스 플라이 層이 破斷되는 경우는 타이어가 破裂되고 만다.

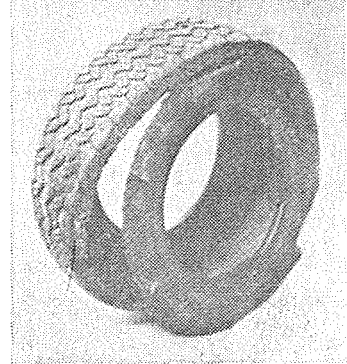


寫眞 2-① 空氣壓不足 및 過荷重으로 因한 코드 切傷

(2) 空氣漏出로 因한 C.B.U

走行中 空氣가 서서히 빠지면 타이어의 屈曲이 커지게 되고 屈伸運動이 甚하게 되어 타이어 溫度를 上昇시키어 Side Wall 部の 카카스가 圓周方向으로 코드 切傷이 된다. 코드 切傷의 길이는 全周에 걸쳐 成長하는 경우가 많고 切斷部의 코드(나이론 코드가 많다)는 高熱 때문에 溶融되는 特徵이 있다. 破壞의 程度가 크고 全카카

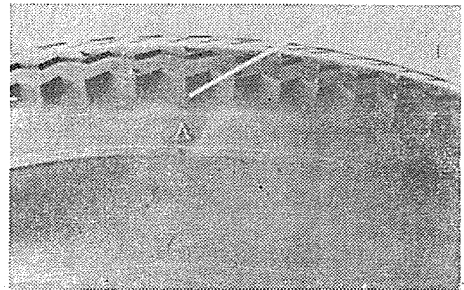
스 플라이層이 切斷되어 破裂에 이르게 된다.



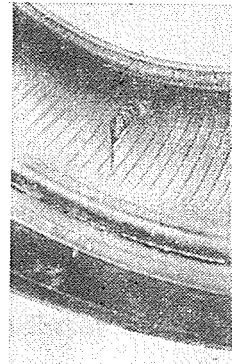
寫眞 2-② 空氣漏出로 因한 C.B.U

(3) 衝擊 또는 外傷에 依한 코드 切傷

이 損傷은 一般的으로 接地部에 가까운 Shoulder 部の 카카스의 코드가 切傷을 일으키는 경우가 많으며 損傷도 局部的이다. 타이어 外部를 잘 觀察해보면 損傷의 起點이 되는 못·유리조각 등의 外傷 또는 衝擊의 흔적을 볼 수 있다. 이 部分의 코드 破斷面은 他의 部分과 달리 코드 摩擦에 依한 損傷이 나타나거나 또는 이것이 黑色으로 變化하는 경우가 많다.



↑ 타이어 表面

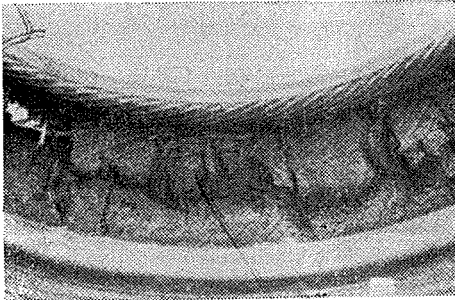


⇨ 타이어 內面

寫眞 2-③ 衝擊 또는 外傷에 依한 코드 切傷

(4) 펑크 또는 空氣壓不足이 甚한 경우

펑크 또는 거의 펑크와 같은 空氣壓不足狀態로 走行을 계속하게 되면 타이어의 Side Wall 部가 甚하게 變形되어 고무層과 카카스 플라이層間이 剝離되어 甚한 경우에는 코드가 너덜너덜하게 된다.



寫眞 2-④ 펑크 또는 空氣壓不足이 甚한 경우

3. 疎明 結果 要約

試驗은 乘用車用 래디알構造(165SR13. Rayon)와 바이어스 構造(6.45-13 4PR. Polyester 코드)의 타이어로 하였으며, 本資料는 主로 同 타이어의 Data를 解析한 것이다. 따라서 타이어 規格, 使用 코드가 다르기 때문에 當然히 個個의 數値는 差異가 있지만 一般乘用車用 타이어의 Data로 理解하고, 이것을 空氣漏出로 인한 C.B.U의 特性傾向으로서 活用하여도 좋을 것이다.

3-1 發生의 走行條件

(1) 極히 낮은 空氣壓으로서 走行하는 경우 코드 切傷이 發生한다.

(2) 래디알 타이어는 0.35kg/cm² 以下, 바이어스 타이어는 0.45kg/cm² 以下の 空氣壓時에 코드 切傷이 發生한다.

(3) 코드 切傷이 發生할 때까지의 走行距離는 空氣壓이 낮을수록 加速度의으로 短縮된다. 空氣壓이 一定한 경우 試驗結果에 依하면 코드 切傷 發生까지의 走行距離 L(km)과 空氣壓 P(kg/

cm²)와의 關係는 다음과 같은 式으로 表示할 수 있다.

① 래디알 타이어의 경우

$$P=0.09 \log L+0.125$$

② 바이어스 타이어의 경우

$$P=0.09 \log L+0.27$$

3-2 發生時 타이어 表面溫度

래디알 타이어의 경우는 125°C, 바이어스 타이어의 경우는 115°C가 된다.

3-3 發生位置와 表面狀態

코드 切傷은 타이어의 Side Wall 部에서 가장 變形이 큰 部分의 周上에서 發生한다. 이 損傷은 初期段階에서는 局部的으로 생기지만 이것이 促進되어 兩側의 Side Wall이 弱해지는 傾向이 있다. 또한 타이어 內面의 코드 切傷이 큰 것에 比하여 타이어 表面은 작은 傷處이기 때문에 나타나지 않는 경우가 있다. 그러나 코드 切傷은 車輛外側便이 크다.

3-4 發生時 타이어 코드의 狀態

(1) 코드의 老化

코드는 新品에 比하여 80%程度의 強度를 維持하고 있다.

(2) 走行條件과 타이어 코드 狀態

바이어스 타이어는 苛酷한 條件의 경우(試驗 No. B-1)와 苛酷하지 않은 條件(試驗 No. B-3)에서 損傷部分의 切斷部에 差가 있다.

苛酷한 條件인 경우는 타이어 圓周에 따라 一直線으로 코드가 切斷되지만, 苛酷하지 않은 條件에서는 破斷部는 一定하지 않다. 또한 苛酷한 條件인 경우에는 코드가 溶解되는 傾向이 나타난다. 래디알 타이어의 경우에는 走行條件이 다른 경우에도 損傷狀態는 明確한 差가 없다. 또 바이어스 타이어는 코드가 切斷되는 것에 對하여 래디알 타이어는 코드가 剝離될 뿐 切斷되지는 않는다.

3-5 發生時의 Feeling

空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時는 바이어스 타이어의 경우에는 振動과 異常音이 커서 容易하게

感知할 수 있지만, 래디알 타이어는 바이어스 타이어에 比하여 損傷直前까지는 異常音과 振動이 적기 때문에 感知하기가 어렵다.

4. 再現試驗 結果

空氣漏出로 因한 C.B.U 는 타이어 內部에 들어있는 空氣가 서서히 새어나가 타이어 屈曲이 크게 되고 同時に 屈伸運動이 苛酷하게 되어 타이어 溫度를 上昇시키게 된다.

이와 같은 狀態에서 走行을 繼續하게 되면, 타이어 溫度는 점점 上昇되고 또 發熱과 屈伸運動 때문에 타이어 코드가 疲勞하게 되어 最後에는 코드 切傷이 된다. 이와 같은 事實은 實車試驗을 다음과 같이 再現하여 確認하였다.

4-1 試驗方法과 內容

(1) 試驗 타이어

165 SR 13 (Rayon Cord), 6.45-13 4PR (Polyester Cord)

(2) 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生試驗位置
前輪左側

(3) 試驗條件

- ① 速度 32.5km/h
- ② 타이어 荷重 320kg/타이어 1本
- ③ 空氣壓 條件

(a) 連續空氣漏出試驗

表 1 에 表示한 條件으로 連續 空氣漏出試驗을 하였다.

<表 1>

連續 空氣漏出의 試驗 條件

試驗內容	試驗番號	空氣壓 條件	空氣壓—時間線圖	타이어 規格	試驗車
連續 空氣漏出試驗	R-1	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로		165SR13	Corolla 1400
	R-2	1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로			
	R-3	1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로			
	B-1	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로		6.45-13	Corona 1800
	B-2	1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로			
	B-3	1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로			

(b) 空氣壓 一定試驗

<表 2>

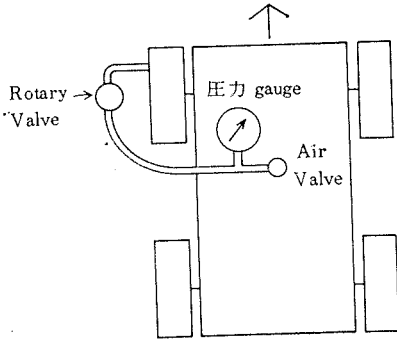
空氣壓 一定試驗 條件

試驗內容	試驗番號	空氣壓 條件	空氣壓—時間線圖	타이어 規格	試驗車
空氣壓 一定試驗	R-4	0.25kg/cm ² 一定		165SR13	Corolla 1400
	R-5	0.30kg/cm ² 一定			
	R-6	0.35kg/cm ² 一定			
	B-4	0.35kg/cm ² 一定		6.45-13	Corona 1800
	B-5	0.40kg/cm ² 一定			
	B-6	0.45kg/cm ² 一定			

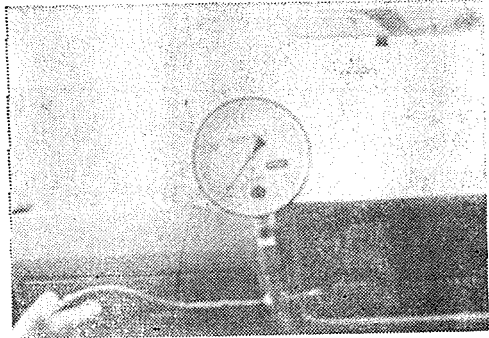
■ 技術 篇

(4) 空氣壓 制御方法

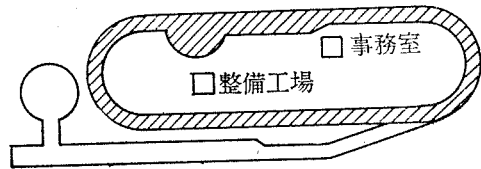
그림 4-1과 같이 試驗用 타이어의 空氣壓은 Rotary Valve 를 통하여 車內助手席에 設置한 壓力計와 制御用 Air Valve 로써 走行中에 助手가 指示한 壓力으로 制御한다(寫眞 4-①, ②, ③ 参照)



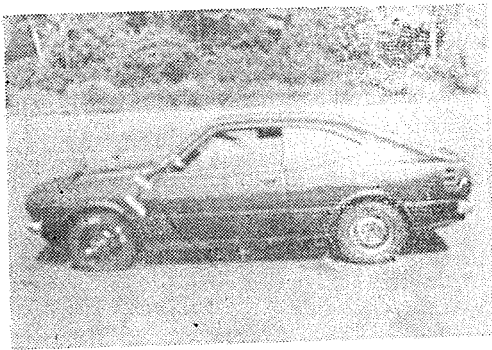
〔그림 4-1〕 空氣壓 制御方法



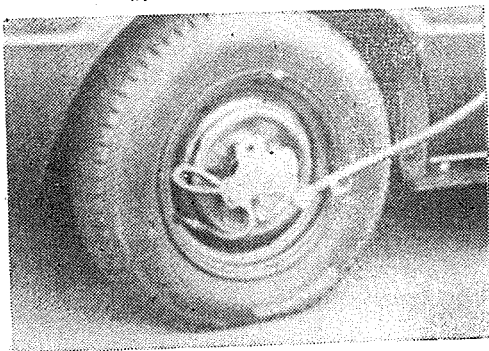
寫眞 4-③ 車內에 設置한 壓力 gauge



〔그림 4-2〕 試驗旋回路



寫眞 4-① 車輛 外觀



寫眞 4-② 타이어에 取付한 Rotary valve

(5) 試驗方法

다음 그림 4-2 와 같은 自動車專用試驗道路를 82.5 km/hr 의 一定한 速度로 繼續走行하여 30分마다 1회씩 溫度를 測定한다.

(6) 測定項目

① 空氣壓

試驗空氣壓 및 損傷發生時空氣壓 測定

② 타이어 表面溫度

Tread Center, Shoulder, Side Wall, Rim Cushion 部の 表面溫度 및 路面溫度, 氣溫 測定

③ 타이어 코드 強度

損傷發生側 Side Wall

4-2 試驗結果

4-2-1 空氣壓과 空氣漏出로 因한 C.B.U

(1) 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時 空氣壓表 3은 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時의 空氣壓을 表示한 것이다.

(2) 空氣壓과 타이어의 變形

① 空氣壓과 타이어의 縱屈曲

타이어에 걸리는 荷重은 타이어의 內部에 들어있는 空氣壓에 依하여 支持되고 있지만 空氣壓이 낮게 되면 負荷能力도 低下되어 過荷重의 경우와 同一하게 타이어의 屈曲이 甚하게 된다.

그림 4-3은 타이어의 縱屈曲에 對하여 空氣壓과 荷重과의 關係를 표시한 것이다. 空氣壓이 減少됨에 따라 타이어 構造에는 關係없으나 縱屈曲이 크게 된다.

<表 3>

空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時の 空氣壓

試 驗 番 號	타이어規格	空 氣 壓 條 件	損 傷 發 生 時 壓 氣	走 行 時 間	走 行 距 離
R-1	165SR13	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로	0.19kg/cm ²	24分35秒	33.8(km)
R-2		1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로	0.20kg/cm ²	91' 27"	122.3
R-3		1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로	0.20kg/cm ²	178' 35"	245.5
R-4		0.25kg/cm ² 一定	0.25kg/cm ²	12' 23"	17.0
R-5		0.30kg/cm ² 一定	0.30kg/cm ²	56' 00"	77.0
R-6		0.35kg/cm ² 一定	0.35kg/cm ²	152' 00"	209.0
B-1	6.45-13	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로	0.25kg/cm ²	22' 11"	30.5
B-2		1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로	0.30kg/cm ²	87' 00"	119.6
B-3		1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로	0.29kg/cm ²	171' 00"	235.1
B-4		0.35kg/cm ² 一定	0.35kg/cm ²	8' 30"	11.1
B-5		0.40kg/cm ² 一定	0.40kg/cm ²	13' 53"	19.1
B-6		0.45kg/cm ² 一定	0.45kg/cm ²	155' 54"	214.4

※ 래디알 및 바이어스 타이어 다같이 空氣壓이 極히 낮은 상태에서 發生하고 있다.

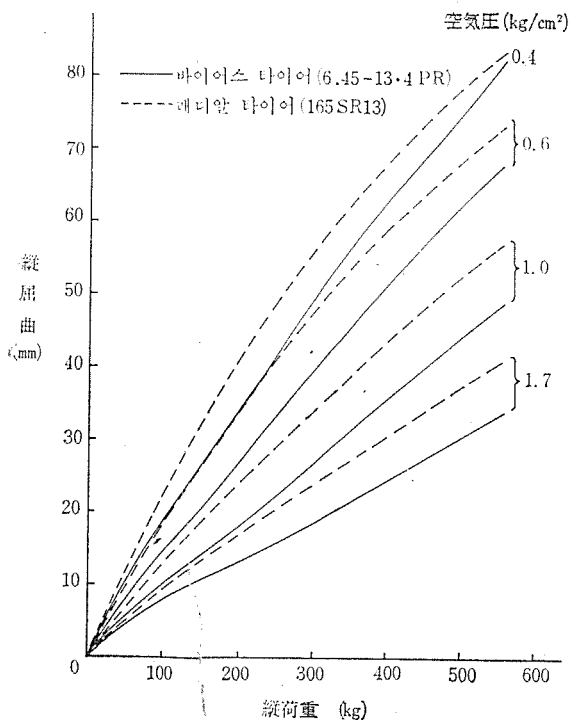
예를 들면 空氣壓 1.7kg/cm², 負荷量 320kg/cm² 時 래디알 타이어의 縱屈曲은 約 25m/m 이고 바이어스 타이어의 경우는 20m/m 이지만 空氣壓을 1.0kg/cm² 으로 한 경우 래디알 타이어의 縱屈曲을 約 36m/m, 바이어스 타이어는 約 28m/m

가 된다. 이것을 1.7kg/cm² 時의 負荷荷重으로 換算하면 래디알 타이어의 경우는 480kg, 바이어스 타이어인 경우는 470kg에 相當한다. 이와 같이 타이어의 空氣壓을 내린다는 것은 타이어의 負荷荷重을 그만큼 높이는 경우와 같은 結果가 된다.

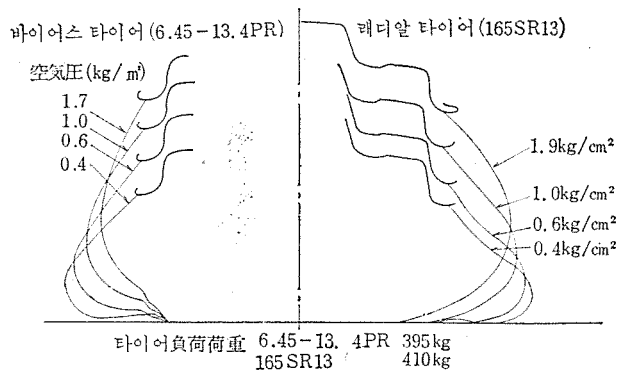
② 空氣壓과 타이어의 形狀

래디알 타이어와 바이어스 타이어에서 各各의 負荷荷重을 一定하게 하고 空氣壓을 減少시킬 때 타이어의 斷面形狀을 表示하면 그림 4-4와 같이 된다. 이 그림에서 明確히 알 수 있는 것과 같이 타이어의 Side Wall 部가 가장 많이 屈曲되는 것을 알 수 있다.

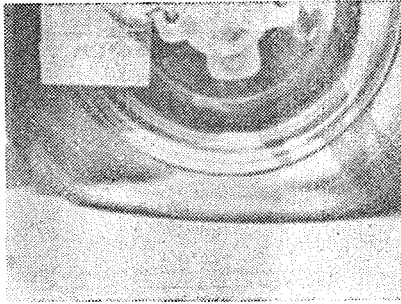
다음 寫眞은 空氣漏出로 因한 C.B.U 試驗에서



〔그림 4-3〕 래디알 타이어, 바이어스 타이어의 縱屈曲

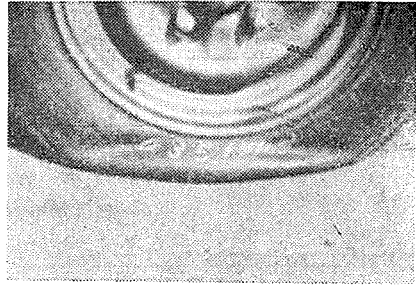


〔그림 4-4〕 래디알 타이어와 바이어스 타이어의 空氣壓에 依한 斷面形狀



(空氣壓 0.35kg/cm²)

寫眞 4-④ 래디알 타이어



(空氣壓 0.35kg/cm²)

寫眞 4-⑤ 바이어스 타이어

[래디알 타이어와 바이어스 타이어의 空氣壓不足時의 타이어의 狀態]

空氣漏出로 인한 C.B.U 가 發生한 空氣壓에서의 타이어 形狀을 나타낸 것이다.

以上과 같이 空氣漏出로 인한 C.B.U 는 래디알 타이어, 바이어스 타이어 다같이 極端의인 空氣壓不足에서 發生하고 있다. 一般的으로 타이어 空氣壓이 不足하면, 타이어의 屈曲이 커지게 되어 走行中에 反復되는 타이어의 屈伸運動의 異常增大로 생기는 타이어 內部的 壓縮力과 타이어 코드와 고무와의 內部摩擦力的 增加로써 타이어의 屈曲을 原狀態로 回復시킬 때의 Hysteresis loss 도 增加되고 타이어 內部的 溫度도 上昇되어 타이어 코드의 疲勞를 促進하게 되는 結果가 된다.

4-2-2 타이어 表面溫度와 空氣漏出로 인한 C.B.U

(1) 空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時의 타이어 表面溫度

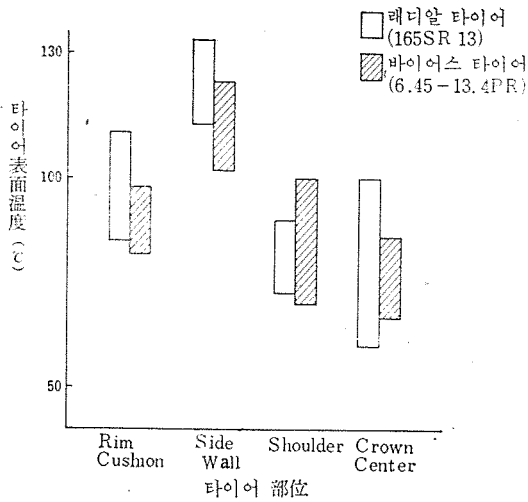
다음 表 4 는 空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時의 타이어 表面溫度를 表示한 것이다.

空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時의 타이어 表面溫度는 래디알 타이어, 바이어스 타이어 다같이 타이어의 屈伸運動이 제일 큰 Side Wall 部分이 제일 높다. 그림 4-5는 空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時의 타이어 表面溫度의 分布를 타이어 部位別로 表示한 것이다.

<表 4>

空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時의 타이어 表面溫度

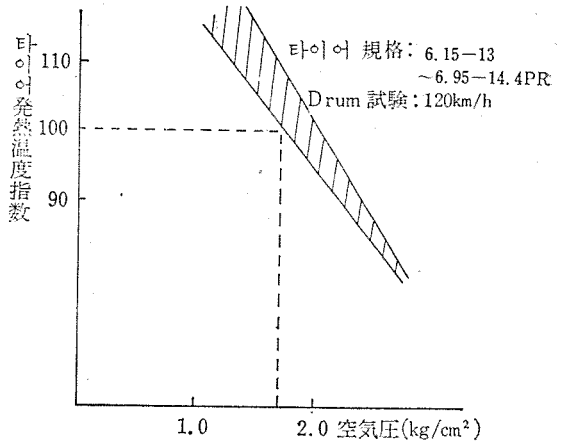
試 驗 番 號	타이어 規格	空 氣 壓 條 件	損傷發生 時空氣壓 (kg/cm ²)	損傷發生時 타이어 表面溫度(°C)				氣溫 (°C)
				Rim Cushion	Side Wall	Shoulder	Crown Center	
R-1	165 SR 13	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로	0.19	104	133	73	60	32
R-2		1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로	0.20	111	132	77	100	33
R-3		1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로	0.20	108	129	90	68	35
R-4	165 SR 13	0.25kg/cm ² 一定	0.25	104	128	77	66	35
R-5		0.30kg/cm ² 一定	0.30	90	124	75	61	31
R-6		0.35kg/cm ² 一定	0.35	85	113	75	64	34
B-1	6.45-13 4PR	1.0kg/cm ² 을 30分만에 0으로	0.25	84	118	70	67	32
-2		1.0kg/cm ² 을 2時間만에 0으로	0.30	94	116	100	86	33
B-3		1.0kg/cm ² 을 4時間만에 0으로	0.29	82	104	80	78	35
B-4	6.45-13 4PR	0.35kg/cm ² 一定	0.35	94	123	76	70	35
B-5		0.40kg/cm ² 一定	0.40	98	115	78	78	31
B-6		0.45kg/cm ² 一定	0.45	88	102	82	72	34



[그림 4-5] 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時的 타이어 表面温度 分布

(2) 空氣壓不足과 타이어의 發熱

타이어는 走行中 接地로 因한 變形과 復元이 週期的으로 反復되지만 타이어에 使用되고 있는 고무, 타이어 코드 등의 材料는 粘彈性體이기 때문에 反復運動에 依한 變形을 받으면 Hysteresis loss에 依하여 發熱한다. 또한 이와같은 材料는 熱의 不良導體이기 때문에 放熱이 적고 結晶 熱이 蓄積되어 特히 타이어 空氣壓이 낮게 되면 타이어 屈曲이 크게 되어 타이어의 屈伸運動이 異常增大되고 屈曲된 것을 復元하려는 反



[그림 4-6] 空氣壓의 影響

撥力도 弱하게 된다. 따라서 타이어 內部에 생기는 壓縮力 등의 增加로 內部摩擦力이 增加되는 同時에 이 屈曲復元時的 Hysteresis loss가 顯著히 增加하게 되므로 타이어의 發熱溫度가 急激히 上昇한다. 그림 4-6은 타이어의 空氣壓과 타이어의 發熱溫度指數를 表示한 것이다.

4-2-3 타이어 코드 老化和 空氣漏出로 因한 C.B.U

(1) 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時的 타이어 코드 老化狀態

다음 表 5는 空氣漏出로 因한 C.B.U가 發生한 쪽의 Side Wall 部의 가장 消耗가 적은 部位에서 採取한 타이어 코드의 強度를 表示한 것이다.

<表 5> 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生時的 타이어 코드 老化

試番	驗號	코드材料	初期強度 (kg/1本)	Ply	C.B.U 發生 타이어 코드 強度 (kg/1本) 5本の 平均	殘留率 %	平均殘留率%
R-1		Rayon 1650D/2	16.1	內 側	13.1	81.4	83.5
R-2				外 側	14.9	92.5	
R-3				內 側	10.4	65.3	
				外 側	11.8	73.3	
				內 側	14.8	91.9	
				外 側	15.5	96.3	
B-4		21.3	內 側	17.3	81.2	76.5	
B-5	Polyester 1500D/2		外 側	18.6	87.3		
			內 側	15.9	74.6		
B-6			外 側	13.4	62.9		
			內 側	16.7	78.4		
			外 側	15.9	74.6		

타이어 코드의 平均殘留率은 Rayon 코드의 경우 84%, Polyester 코드의 경우는 77%이다. 특히 래디알 타이어의 경우 內側 코드와 外側코드를 比較하면 內側코드의 平均殘留率이 外側코드의 平均殘留率보다 낮다. 이것은 空氣壓의 低下로 타이어가 크게 屈曲되어 內面코드가 보다 큰 壓縮을 받아 타이어의 內面에서부터 코드가 老 化되었다는 것을 시사하는 것이다. 바이어스 타이어의 경우는 래디알 타이어와 같이 顯著한 結果는 나오지 않고 있다.

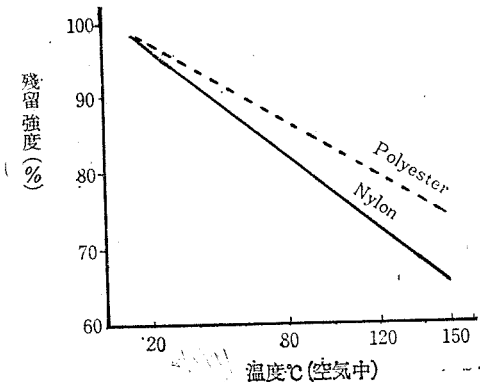
(2) 타이어 코드의 特性

타이어의 骨格을 構成하고 있는 타이어 코드는 強度, [耐熱性, 耐疲勞性, 耐屈曲性, 寸수安定性 등이 優秀한 것을 使用하고 있지만 그 特性은 다음 表 6과 같다.

<表 6> 各種 타이어 코드의 特性

타 이 어 코 드	強度(kg)	融點(°C)	耐疲勞比
Rayon(1650D/2)	16.1	—	80
Nylon(1260D/2)	22.0	215~255	100
Polyester(1500D/2)	21.3	257	100

타이어는 走行中 接地로 인한 變形과 復元이 週期的으로 進行됨에 따라 Hysteresis loss에 依하여 發熱한다. 특히 空氣壓不足인 경우에는 타이어의 屈曲이 增加하고 타이어 內部에서 생기는 壓縮力, 內部摩擦에 依한 發熱이 크게 되어 타이어 코드도 內部의 溫度가 높아짐에 따라 코드의 強度는 低下된다. 그림 4-7은 타이어 코드의 耐熱性을 表示한 것이다.

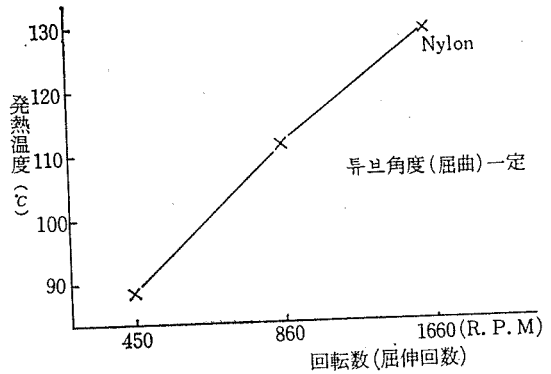


[그림 4-7] 타이어 코드의 耐熱性

타이어는 走行中에 恒常 屈伸運動을 하고 있지만 타이어 코드 1本을 떼어 내어 計測하면 타이어 코드의 (外側(Side Wall 側)은 伸張되고 內側 (Inner Liner 側)은 壓縮된다.

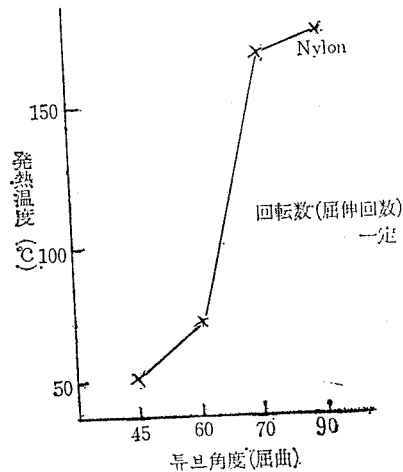
이와 같은 타이어 코드의 伸張, 壓縮, 疲勞, 強度를 測定하는 것이 튜브型試驗機이다.

타이어의 屈曲을 一定하게 하면 (튜브型試驗機의 경우 回轉數에 該當하는 것) 타이어 코드의 發熱關係는 그림 4-8과 같이 되며, 屈伸回數의 增加에 따라 타이어 코드의 發熱溫度는 높아지고 있다.



[그림 4-8] 튜브型試驗機에 依한 屈伸回數와 타이어 코드의 發熱

다음에 屈伸回數를 一定하게 하고 타이어 屈曲을 變化시키는 경우는 그림 4-9와 같이 되며, 타이어 코드의 發熱은 急激히 上昇한다. 즉, 空氣



[그림 4-9] 튜브型試驗機에 依한 타이어의 屈曲과 타이어 코드의 發熱

壓低下에 따른 타이어의 屈曲增加에 의한 發熱이 異常으로 높다는 것을 表示하고 있다.

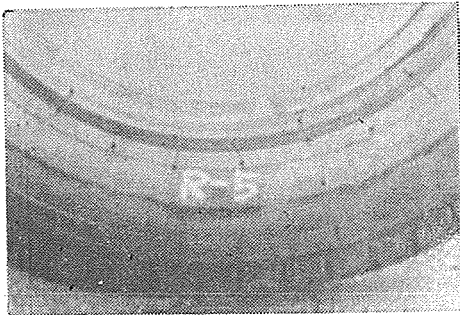
4-2-4 發生位置와 타이어 코드의 狀態

(1) 發生位置

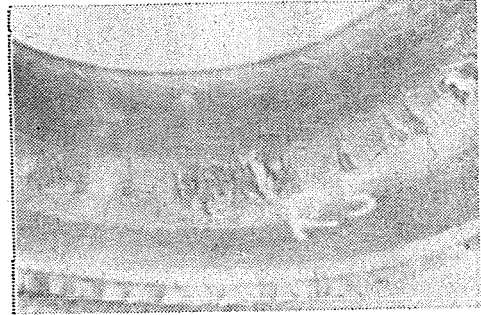
空氣漏出로 因한 C.B.U는 래디알 타이어, 바이어스 타이어 다같이 타이어의 Side Wall 部에서

제일 變形이 큰 部分의 周上에서 發生한다. 또 타이어 表面은 內面에서의 破壞의 크기에 比하여 一部分 밖에 損傷이 나타나지 않는다. 本試驗에서 撮影한 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生 타이어의 發生位置(外觀, 타이어 內面)를 寫眞으로 보면 아래와 같다.

試驗 No. R-5



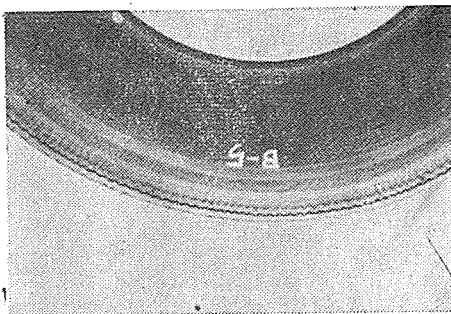
寫眞 4-⑥ 타이어 表面



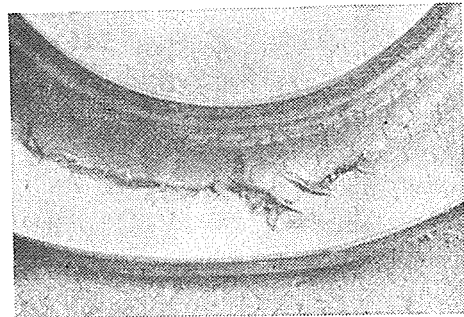
寫眞 4-⑦ 타이어 內面

[래디알 타이어(165 SR 13 Rayon 코드)의 경우]

試驗 No. B-5



寫眞 4-⑧ 타이어 表面



寫眞 4-⑨ 타이어 內面

[바이어스 타이어(6.45-13 4PR Polyester 코드)의 경우]

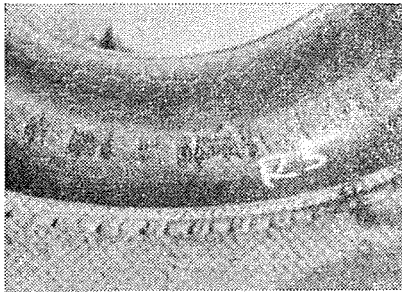
(2) 타이어 코드의 狀態

空氣漏出로 因한 C.B.U 發生 타이어의 코드狀態는 다음 寫眞에 나타난 바와 같다.

바이어스 타이어의 경우는 苛酷한 條件의 경우와 苛酷하지 않은 條件(試驗 No. B-3)의 경우에는 損傷部分의 코드 切斷部에 差異가 있다. 즉, 苛酷한 條件인 경우는 코드가 熔融될 程度는 아니지만 熱에 依하여 약간 硬化되고, 苛酷하지 않은 경우는 코드가 너덜너덜하게 유연해진다.

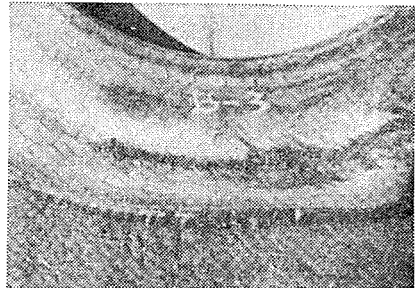
래디알 타이어의 경우는 走行條件과 損傷狀態間에 明確한 差는 없었다. 또 타이어 코드는 剝離되어 있을뿐 切斷되지는 않았다. 래디알 타이어의 경우는 Rayon 이기 때문에 熱에 依하여 熔融되지는 않고 熱老化에 依하여 切斷되기는 한다. 今般에는 Nylon 코드를 使用한 타이어에 對하여는 試驗을 하지 않았지만 Nylon 코드의 경우는 Polyester 코드보다 融點이 약간 낮기 때문에 熔融狀態로 되기 쉽다. 參考的으로 Nylon 코

(a) 試驗 No. R-5



寫眞 4-10 래디알 타이어
(165 SR 13 Rayon 코드)

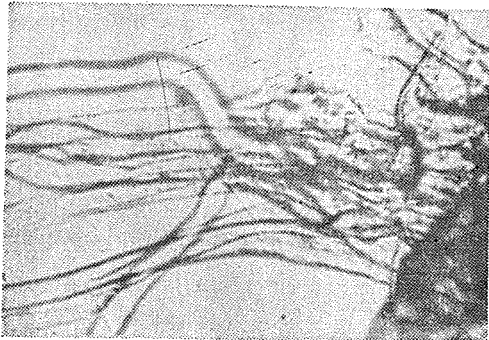
(b) 試驗 No. B-3



寫眞 4-11 바이어스 타이어
(6.45-13 4PR Polyester 코드)

[래디알 타이어와 바이어스 타이어의 코드 狀態]

드를 사용한 타이어에서 空氣漏出로 인한 C.B.U 발생時의 코드 斷面의 顯微鏡寫眞을 보면, 寫眞



寫眞 4-12 空氣漏出로 인한 C.B.U 발생時 코드의 斷面 (Nylon 코드 使用)

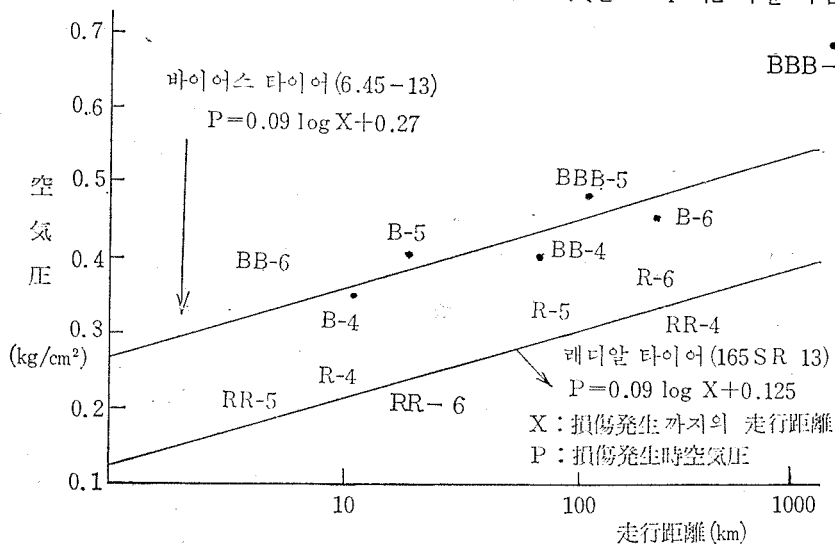
4-10와 같다. 이 寫眞에서 알 수 있는 바와 같이 코드의 切斷面은 熱에 의하여 溶融되는 것을 알 수 있다.

4-2-5 發生할 때까지의 走行距離

空氣壓 一定의 試驗結果에 依하면 코드切斷이 發生할 때까지의 距離(L)와 空氣壓(P)과의 사이에는 다음과 같은 實驗式이 成立된다.

- ① 래디알 타이어(165 SR 13 Rayon 코드)의 경우 $P=0.09 \log L+0.125$
- ② 바이어스 타이어(6.45-13 4PR Polyester 코드)의 경우 $P=0.09 \log L+0.27$

上記 2 式을 Graph化 하면 다음과 같다.



[그림 4-10] 空氣壓 一定試驗에서 空氣漏出로 인한 C.B.U 發生時까지의 走行距離

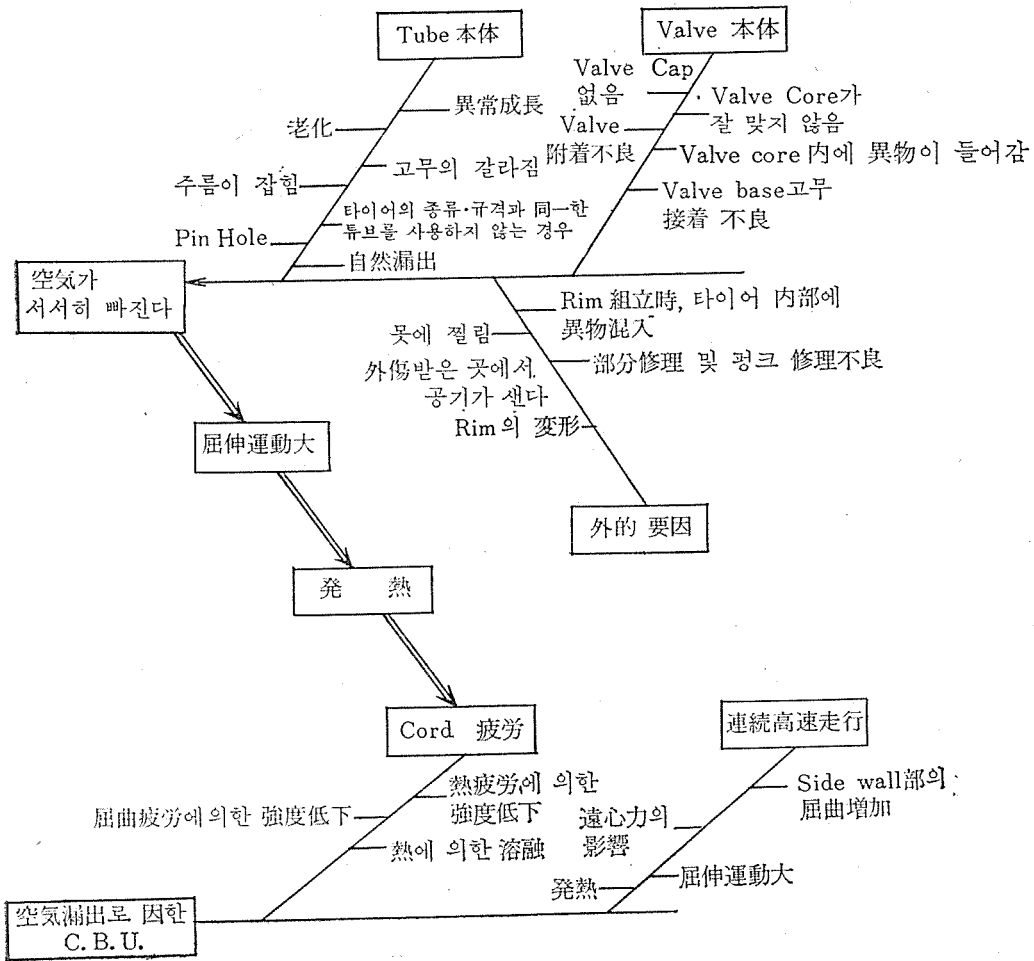
래디알 타이어와 바이어스 타이어는 空氣漏出로 因한 C.B.U 發生의 空氣壓에는 差가 있다. 이것은 래디알 타이어의 경우, 카카스 코드가 放射線으로 配列되어 있기 때문에 斷面方向의 힘만을 負擔하는데 對하여, 바이어스 타이어의 경우는 카카스 코드가 Bias 狀으로 配列되어 있기 때문에 斷面方向의 힘 뿐만 아니라 圓周方向의 힘까지 負擔하게 되므로, 特히 空氣壓不足時의 타이어 屈伸運動時에는 內部摩擦에 差가 생기게

된다.

5. 發生要因과 防止

5-1 發生 要 因

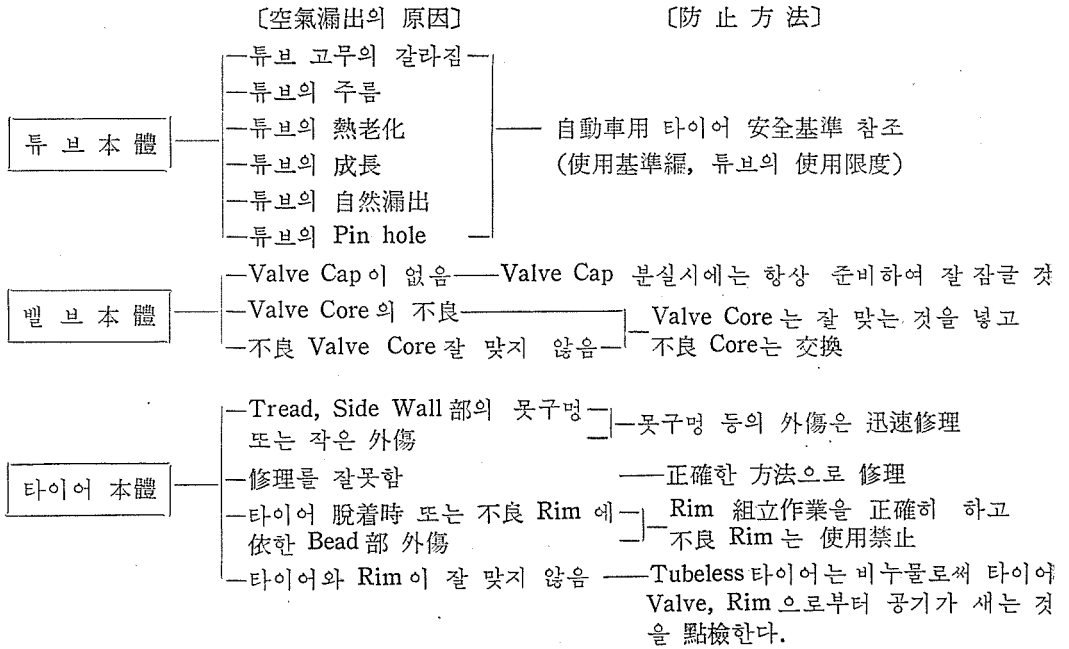
走行中 타이어로부터 空氣가 서서히 새어나가 C.B.U에 이르게 될 때까지의 要因을 열거해보면 다음과 같다.



5-2 空氣漏出로 因한 C.B.U의 防止方法

空氣漏出로 因한 C.B.U의 發生原因은 空氣壓

低下라는 것이 正確히 밝혀졌다. 空氣壓低下의 原因과 그 防止方法을 說明하면 다음과 같다.



[其他]

- (1) 高速走行時는 必히 空氣壓을 點檢한다.
- (2) 走行中 空氣壓이 上昇하여도 絶對 空氣를 빼서는 안된다.
- (3) 繼續走行時에는 定期的으로 쉬면서 타이어를 點檢한다.

[參考資料]

1979年度版 (大韓타이어工業協會發刊) 自動車用 타이어 安全基準, 使用基準編 第3章의 2

2. 튜브의 使用限度

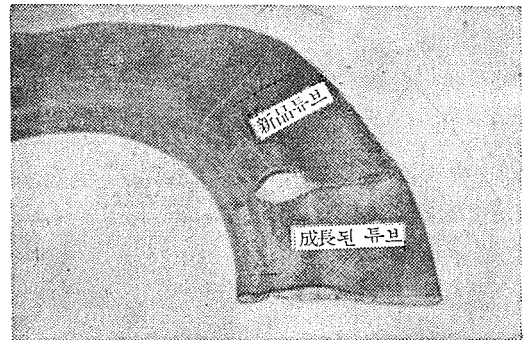
- (1) 튜브의 斷面 둘래의 길이(두겹으로 겹친 幅의 2倍)가 新品과 比較하여 10% 以上 成長된 것은 使用해서는 안된다.
- (2) 上記 範圍以內의 것이라도 組立直前 에 타이어와 맞추어 確認하여야 한다.

[解 說]

튜브는 타이어 內面에 닿을 때까지 伸張되어서 使用되는 것이기 때문에 長期間 使用하든가 또는 트럭 또는 버스용 타이어와 같이 發熱이 높은 條件에서 使用하면 튜브의 老化後 永久伸張率 때문에 치수가 커지게 된다. 이와 같이 늘어난 튜브를 無理하게 使用하게 되면 비드와 림 사이

에 물려서 찢히든가 타이어 內部에서 주름이 생겨 이 부분이 마찰되면서 핑크가 나게 된다.

튜브 치수의 限界는 實驗結果 림組立時의 타이어 斷面둘래의 길이의 92%以下이다. 但 斷面內 側둘래의 測定은 實際上 困難하지만 이것을 튜브 斷面둘래의 成長率로 말하면 約 10%가 된다. 따라서 튜브의 두겹으로 겹친 幅이 이 以上 成長된 것은 使用해서는 안된다.



寫眞 5-① 新品 튜브와 使用後 成長된 튜브
(資料: 日本自動車타이어協會)