

TCOT 理論

—Tension Control Optimization Theory—

協會 李 源 澤

「Bridgestone社에서는 트럭·버스용 래디알 타이어 新形狀理論인 TCOT를 發表했다. Bridgestone社는 이미 發表한 乘用車용 래디알 타이어의 形狀理論인 RCOT를 토대로 PCR을 商品化하고 있는데, 最近에 發表한 TCOT는 耐久性을 重視한, TBR용으로 確立한 理論이다. Bridgestone社에서는 이 理論을 日本, 美國, 유럽 등 主要國家에 特許를 出願, RCOT와 같이 國際的으로 公式化할 展望이다. 다음에 TCOT理論을 紹介한다.」.....〈編輯者註〉

1. TB(Truck 및 Bus)용 래디알 타이어의 基本性能

自動車を 둘러싸고 社會環境이 時時刻刻으로 變化하고 있는 現代에서는 高速道路의 發達을 비롯하여 全國의 道路가 整備되고 있는 가운데 트럭·버스 등의 輸送車輛에 대한 要求는 複雜多岐해지고, 게다가 보다 많은 物件을 보다 빠르게 運搬하는 것이 要求되고 있다. 또한 車輛自體의 高性能化가 推進되고 있는 狀況에 놓여 있어, 自動車を 지탱하는 가장 큰 要素로서 타이어의 質(quality)이 더욱더 重要視되고 있다.

(1) 타이어의 基本性能

타이어는 空氣를 넣음으로써 荷重을 지탱하여 알맞은 cushion을 주어 타이어의 接地面(트레드部)을 통해 動力을 傳達하고, 運轉할 때의 操縱安定性을 確保하는 등의 基本機能을 갖고 있다.

(2) TB 래디알 타이어에 要求되는 基本性能

TB 래디알 타이어에는 基本性能으로서 다음과 같은 것이 要求되고 있다.

- ① 安定性이 높을 것... 操縱安定性, 젓은 路面에서의 走行·制動安定性, 耐久性
 - ② 經濟性이 높을 것... 磨耗壽命(타이어 壽命), 偏磨耗性, 回轉抵抗減少에 의한 燃料費節約
- 乘用車 래디알 타이어와 比較하여 内部壓力이 높고, 惡條件에서 使用되는 TB 래디알 타이어에 있어 '耐久性'은 重要하고도 가장 基本的인 性能이다.

2. TB 래디알 타이어에서의 二律背反問題

(1) 二律背反問題

最近 自動車の 高性能化나 經濟社會, 輸送機關의 變化에 수반하여, 需要者도 지금까지보다 費用 對性能比率(cost performance)이 높은 타이어를 要求하게끔 되었다. 그러나, 現在 쓰이고 있는 타이어는, 磨耗壽命을 向上시키려고 하면 벨트 耐久性이 떨어

지는 것은 물론 回轉抵抗이 增大하게 된다.

이처럼 어떤 性能水準을 높이려면 반드시 다른 性能水準이 낮아져 ‘二律背反’의 問題가 擡頭됨으로써 需要者가 要求하는 바에 따른다는 것이 어려운 問題였다. 타이어에 있어서 하나의 限界라고 할 수 있는 이 ‘二律背反’의 問題를 解決한 것은 새로운 타이어의 開發에 결들여 큰 比重을 차지하는 部分이 되었다.

(2) 常識화된 自然平衡形狀

内部壓力(空氣壓)에 의하여 타이어의 카카스 플라이크드에 關係된 引張力이 均一한 形狀을 自然平衡形狀이라고 한다. 自然平衡形狀을 基礎로 하여 設計된 타이어의 形狀變化는 空氣를 넣을 때 대체로 均一하게 된다.

이처럼 空氣를 넣을 때 코드引張力 및 形狀變化가 均一화된 形態의 타이어는 특히 耐久性面에서 優秀한 것으로 믿은 나머지 前부터 타이어 設計에 있어서 이 形狀을 基礎로 하는 것이 常識으로 되어 있었다.

(3) 二律背反의 問題를 解決한 非自然平衡形狀

지금까지 二律背反問題에 대한 接近은 타이어 構成部材의 改良이나 새로운 構造의 開發 등에 의해 이루어지고 있다. 이것은 一部에서 成果를 올리고 있으나 決定的인 것은 아니고, 그 이상의 發展에 관해서는 커다란 壁에 부딪치고 있다. 그러나, Bridgestone社에서는 乘用車 래디알을 目的으로 한 新形狀理論인 RCOT의 成功에 힘입어 從來의 常識을 뒤엎은 非自然平衡形狀을 基礎로 한 思考方法을 導入했다. TB 래디알 타이어에는 알맞지 않은 것으로 생각해온 이 方法을 果敢히 採用하여 二律背反 問題解決을 積極的으로 試圖, 새로운 TB 래디알 타이어 開發을 目標로 하여 各種研究를 계속해온 것이다.

3. TCOT理論의 誕生

(1) TCOT

Bridgestone社가 TB 래디알용으로 開發한 新形狀 設計理論인 TCOT는 乘用車용 래디알 타이어의 形狀設計理論으로서 이미 開發한 RCOT의 概念을 基礎로 해서 더욱 發展·擴大시킨 것이다. 이것은 TB 래디알 타이어 등 높은 内部壓力에서 使用되는 高耐久性を 要求하는 타이어를 設計하는 데 基礎가 된 ‘TB 타이어 新形狀設計理論’이다.

(2) TCOT의 定義

TCOT란 空氣를 넣을 때 코드에 關係된 引張力과 타이어 部材 끝에 생긴 ‘屈曲’을 타이어의 用途에 맞게 事前에 적당히 調節함으로써 荷重走行時의 타이어 各部材 끝에 있어서 破壞核에서의 龜裂의 發生이나 進展을 抑制한 타이어 形狀設計理論을 말한다.

(3) TCOT의 두 가지 着眼點

이상과 같이 二律背反 問題解決에 가장 核心을 이루는 非自然平衡形狀을 考案한 데다, Bridgestone社는 다음과 같은 點에 着眼하여 TCOT開發에 臨했다.

① 着眼點 1

㉠ 타이어가 回轉할 때를 考慮하여 事前에 引張力을 調節한다.

㉡ 偏心效果의 導入으로 벨트 끝의 屈曲을 減少시킨다.

낮은 内部壓力의 乘用車용 래디알 타이어를 目標로 하는 RCOT에서는 벨트 引張力을 增加시키고 Buckling을 抑制함으로써 各種運動性能을 同時에 向上시킬 수 있다. 그러나, TB 래디알 타이어처럼 높은 内部壓力을 받는 타이어에 있어서는 乘用車 타이어에 비하여 벨트 引張力이 크기 때문에 Buckling은 發生하지 않는다. 그래서, 벨트 耐久性의 向上에 관하여 타이어가 回轉할 때 벨트의 變形을 減少시키기 위해서 타이어의 「偏心變形」에 着眼했다. 이 偏心效果를 보다 크게 發揮할 수 있도록 코드 引張力配分과 形狀에 관하여 各種研究를 계속했다.

비드 耐久性에 관해서는 비드部의 剛性を 늘리는 方向으로 引張力を 調節하면, 타이어가 回轉할 때의 비드部 變形이 抑制되어 플라이 끝의 ‘屈曲’도 減少시킬 수 있을 것이라고 豫測했다.

① 着眼點 2

㉠ 空氣를 넣을 때의 形狀變化를 調節한다.

㉡ 初期(空氣를 넣기 前) 形狀에서 自然平衡形狀에 接近한 變形을 利用함으로써 비드部 플라이 끝의 屈曲을 감소시킨다.

TB 래디알 타이어는 乘用車用 래디알 타이어와는 달리 높은 内部壓力에서 使用된다. 그러므로, 타이어가 回轉할 때의 屈曲과 같은 정도의 屈曲이 空氣를 넣을 때 發生한다. 따라서, 이 屈曲을 減少시키는 것이 TB 래디알 타이어에 있어서는 重要하여 空氣를 넣을 때 自然平衡形狀에 接近한 變形에 着眼했다. 이것을 利用함으로써 破壞되기 쉬운 비드部 끝의 屈曲을 減少시킬 수 있을 것이라고 생각했던 것이다.

4. TCOT의 形狀과 그 効果

타이어는 고무와 코드(스틸)가 複雜하게 組合된 複合構造物로서 變形이 매우 클 뿐만 아니라, 接地面을 가지고 있다는 점에서 構造에 대한 解析이 다르다.

Bridgestone社는 이에 대해서 長期間에 걸쳐 開發한 有限要素法(FEM)에 의한 타이어 解析 프로그램을 RCOT에서처럼 TCOT의 開發에도 最大限으로 活用했다. 즉, 타이어 研究에 從事하는 技術陣이 獨自의인 着眼點에 立脚하며 타이어의 構造 및 材料에 관한 모든 資料를 超大型 컴퓨터에 入力하고 방대한 計算을 계속했다.

그러한 計算을 반복한 結果 다른 方法으로는 얻기 어려운 定量化, 最適化에 必要한 資料를 導出하여, 수많은 非自然平衡形狀 가운데에서 理想形을 發見했다.

이것은 實驗的方法으로는 解析이 困難한 ‘屈曲’이라고 하는 매우 微細한 量을 다루어냄으로써 더

욱 큰 힘을 發揮토록 했다. 그리고, 방대한 豫測計算資料를 기초로 새로운 形狀理論인 TCOT를 確立하였다.

5. TCOT에 의한 效果實證

超大型 컴퓨터를 使用한 豫測計算에 의하여 完成된 TCOT形狀의 TB 래디알 타이어와 從來形狀의 TB 래디알 타이어의 構成部材를 같게 하여 實際로 試製品을 만들어 性能을 比較한 結果가 <表 1>이다.

<表 1> TCOT에 의한 效果

● 벨트耐久性

TCOT形狀	120
從來形狀	100

從來形狀과의 比較에서는, 耐久력이 크게 向上.

● 비드部耐久性

TCOT形狀	140
從來形狀	100

從來形狀과의 比較에서는, 耐久력이 크게 向上.

● 操縱安定性(從來形狀比)

評價項目	評點
直進性	+1
lane change性	±0
cornering性	±0
操舵力	+1

評點內容: + 뛰어나, - 뒤떨어짐

1: test driver가 판단한 水準.

實車感覺으로는 各項目에서 0~1 Point 向上.

● Wet brake性能

初速	TCOT形狀	從來形狀
40km/h	104	100
60km/h	103	100
80km/h	101	100

初速 40~80km/h로 약 2% 制動距離短縮.

● 回轉抵抗(從來形狀比, TCOT形狀의 回轉抵抗)

速度	減少率
50km/h	3~5%
80km/h	3~5%

TCOT形狀은 從來形狀의 타이어에 비해 回轉抵抗이 3~5% 減少.

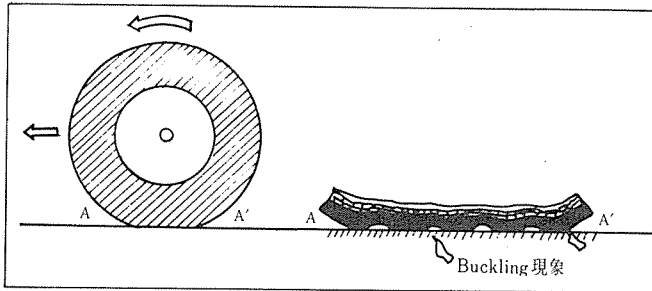
● 耐磨耗(實際投入테스트<10~15萬km)走行)

타이어 裝着軸	TCOT形狀	從來形狀
前輪軸	105	100
驅動輪軸	103	100
遊輪軸	105	100

各裝着軸에 있어서 從來形狀과의 比較에 의해 103~105의 結果를 나타내고 있다.

이 表에 나타난 것처럼 TCOT形狀의 타이어는 다른 性能을 低下시키지 않고 비드 耐久性, 벨트 耐久性의 대폭적인 向上을 포함해서, 從來의 形狀

[參考圖 1] Buckling 現象



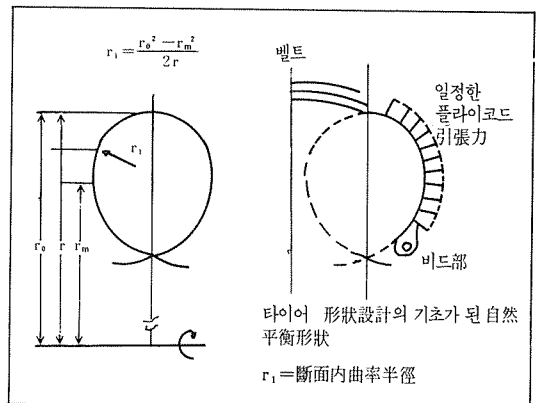
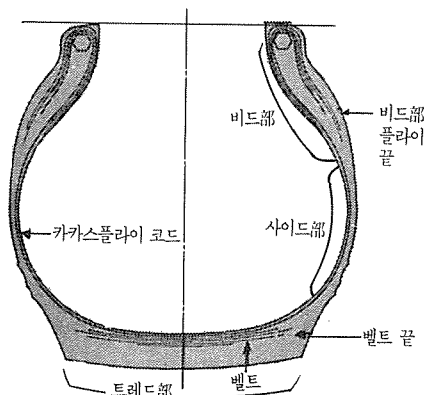
(※ 1 Buckling 現象)

自動車가 코너를 限界狀態로 走行하는 경우, 充分히 路面에 닿지 않고 部分的으로 路面에서 떠올라버린 現象.

(※ 2 自然平衡形狀)

空氣를 넣었을 때 카카스코드에 걸리는 힘이 타이어의 어느 部分에서도 均一하다는 條件에서 이루어진 形狀.

[參考圖 2-1] TB 래디알 타이어의 構造와 自然平衡形狀



에 비해 綜合的으로 性能을 向上시킬 수 있게 되었다. 結局 타이어의 性能向上에 있어서 가장 큰 問題인 '二律背反'이 構造나 材料를 바꾸지 않고 形狀自體를 變化시킴으로써 解決된 것이다.

6. RCOT와 TCOT의 差異點

Bridgestone社는 1984년에 RCOT를 發表하여 이것을 乘用車用 래디알 타이어(PCR)와 Van用 래디알 타이어에 採用, PCR에 있어서는 70%以上이 RCOT로 되어 있다. 그러나, RCOT는 大型 타이어(트럭 및 버스用)에는 그대로 採用될 수 없는데, 그 이유는 乘用車用 래디알 타이어에서는 Buckling 現象이 큰 比重을 차지하지만, 大型 타이어(트럭 및 버스用)에서는 Buckling 現象이 큰 比重을 차지하지 않기 때문이다. 즉, 大型 타이어(트럭 및 버스用)에서는 内部壓力이 높기 때문에 Buckling 現象이 일어나지 않는다.

RCOT는 事前에 走行時를 豫想하여, 카카스코드의 引張力을 調節하는 方法에 의해, 回轉抵抗을 減少시키고 各種 運動性能을 向上시킨 點에서 그 特徵을 찾아볼 수 있다. 이 引張力調節이라는 點에서 볼 때는 TCOT도 같은 領域에 든다.

그러나, 引張力을 調節하는 目的이 다르다. 즉, RCOT에서는 Buckling을 抑制하기 위하여 引張力을 調節하는 데 비해 TB用 타이어의 경우에는 높은 内部壓力 때문에 Buckling 現象(參考圖 1 參照)이 發生하지 않으므로, TCOT에서는 走行時에 發生하는 벨트部 및 비드部の 變形을 抑制, '屈曲'을 적게

시키게 된다. 이 두 가지 點이 RCOT와 다른 點이다. 따라서, 이 두 가지 點이 RCOT에서 TCOT로 發展하게 된 契機가 되었던 것이다. (圖 1 參照)

7. TCOT의 核心內容

벨트部 끝과 플라이 返還點 끝의 '屈曲'을 抑制하기 위해서 '走行時의 引張力을 調節'하는 것과 '空氣를 넣을 때의 形狀變化를 調節'하는 것이 TCOT의 가장 核心을 이루는 內容이다.

[圖 1] RCOT와 TCOT와의 差異點

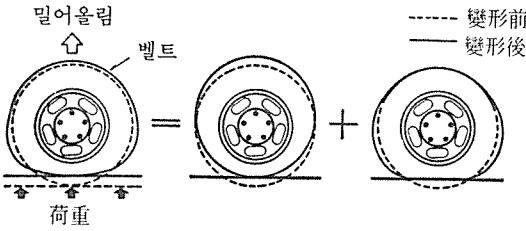
	RCOT(乘用車用 타이어)		TCOT(트럭·버스用 타이어)	
	低 内 壓		高内壓·長壽命	
概念	引張力調節			形狀變化調節
着 眼 點	Buckling 抑制에 의한 接地性能 向上	各部의 不必要한 움직임을 抑制하여 發熱을 減少시킴	偏心變形을 크게 함으로써 벨트 變形을 적게	走行時 비드變形을 적게
			벨트 끝 屈曲減少	비드部 플라이 끝 屈曲減少
				空氣를 넣을 때 비드部 플라이 끝 屈曲減少
效果	各種 運動性能의 向上	回轉抵抗減少	벨트耐久性 向上	비드耐久性 向上

하는 데 重點을 두어 引張力을 調節했다.

또 하나는 높은 内部壓力 때문에 空氣를 넣을 때의 變形이 매우 커지는데, 이것을 耐久性으로 轉換하면 TB用 타이어에 생기는 '屈曲'은 空氣를 넣을 때에 생기는 比重이 커짐으로써 이것의 形狀變化를 알맞게 調節한다. 結局 形狀을 變化시켜 逆으로 '屈曲'을 抑制시키게 된다. 이로써 耐久性을 向上

TB用 타이어의 경우 事故部位는 벨트部 끝이나 플라이(카카스코드) 返還點 끝에 集中되어 있다. 요컨대, 壓力이 이곳에 集中되어 있어 찢어지기 쉬운 要素를 처음부터 가지고 있음을 뜻한다. 이곳이 壓力을 받아 變形된 狀態를 '屈曲'이라고 일컫고 있는데, 이 '屈曲'을 抑制하기 위해서는 어떻게 하는 것이 좋을가 하는 疑問에 대한 答이 TCOT理論

〔圖 2〕 偏心變形



- ① 接地變形
 림을 固定하고 床
 面을 올림에 따라
 荷重을 加하면 타
 이어 接地面의 반
 대쪽이 밀려올라
 온다. 이 타이어의
 接地變形 ①은
 오른쪽 ②, ③의
 두 가지 變形을
 합한 것이다.
- ② 偏心變形
 벨트가 接
 地面에서
 變形하지
 않고, 그대
 로의 形狀
 에서 윗쪽
 으로 移動
 한 것 같
 은 變形
- ③ 薄膜變形
 풍선을 平
 面으로 누
 른 것처럼
 接地面은
 평평하게
 되어 윗쪽
 으로 移動
 하지 않은
 변형. 벨트
 의 變形은
 크다.

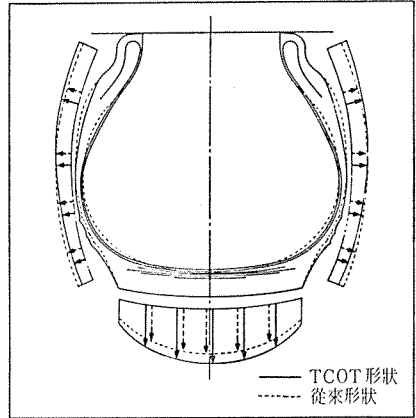
벨트의 耐久性을 考慮할때, ②의 偏心變形을 크
 게 하고, 벨트의 變形이 적은 쪽이 벨트 끝 屈曲을
 작게 하는것이 바람직하다.

인 것이다.

8. RCOT와 TCOT의 目標設定

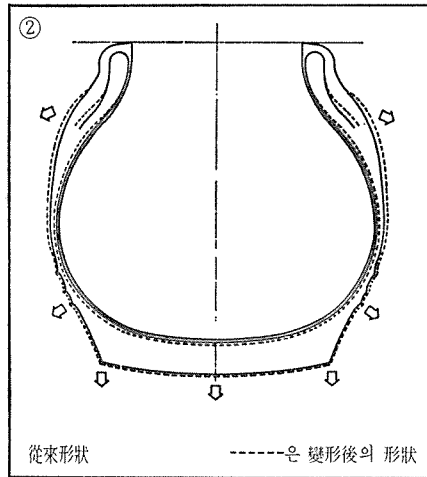
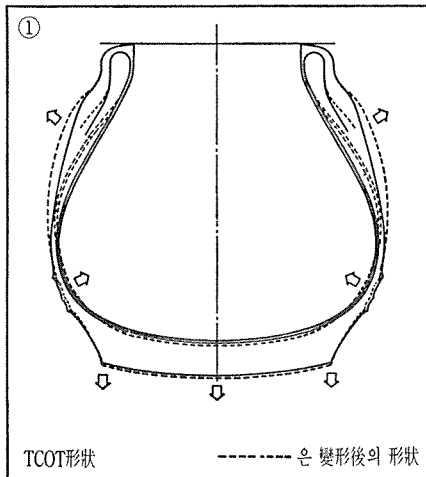
從來의 타이어에서는 自然平衡形狀(參考圖 2 參
 照)을 ‘最適의 形狀’으로 오랫동안 믿어왔기 때문
 에 形狀에 관해서는 그 以上 追求하지 않았었다.
 그러나, 形狀에 대해서는 아직 充分히 밝혀지지 않

〔圖 3〕 TCOT形狀과 從來形狀의 比較와
 引張力分布의 比較



空氣를 넣은 後에 TCOT形狀은, 사이드部의
 벨트에 가까운 部分의 曲率半徑은 적게, 비드
 部의 曲率半徑은 반대로 크게 되어 있다. 이것
 을 引張力分布의 觀點에서 보면, TCOT形狀에
 있어서는 從來形狀 가장자리에 均一한 사이드
 部의 引張力이 減少하고, 벨트 및 비드部의 引
 張力이 增加한다.

〔圖 4〕 空氣를 넣을 때의 形狀變化의 比較



②의 從來形狀은 空氣를 넣었을 때 트레드部·사이드部·비드部 모두 거의 같은 모양으로 팽창된다. 이에
 대해서 ①의 TCOT形狀은 트레드部에서는 같지만, 사이드部에서는 거꾸로 内部로 變形하고, 비드部에서는
 從來形狀보다도 팽창한다.

은 점이 많이 있는데, RCOT와 TCOT는 그것을 밝히기 위한 것이다.

때문에 'TCOT는 RCOT를 발전시킨 것'이라고 일컬어지고 있는데, RCOT와 TCOT가 연구의出發點이 다른 原因은 目標設定의 主眼點이 다르기 때문이다. 즉, RCOT는 回轉抵抗을 減少시키고 運動性能을 向上시키는 方法과 Buckling에 着眼한 반면, TCOT는 耐久性(經濟성과 安全性 內包)을 向上시키는 方法에 着眼했다.

그리고, RCOT의 경우는 引張力を 높여 벨트의 Buckling變形을 抑制하는 데 主眼點을 둔 반면, TCOT는 여기에서 進一步한 벨트部 끝 및 플라이 返還點 끝의 '屈曲'이라고 하는 매우 微細한, 눈으로는 測定이 어려운 點에 着眼했다. 그러므로, 연구의 出發點이 다른 것이다.

또, RCOT의 成功에서 非自然平衡形狀에 커다란 可能性이 內包되어 있음을 알게 된 Bridgestone社의 技術陣은 非自然平衡形狀을 導入함으로써 積極적으로 耐久性向上을 摸索하게 되었다. 研究初期에는 솔한 非自然平衡形狀中에서 RCOT와 같은 系統의 形狀이 TB用 타이어에도 有效하리라고는 생각하지 않았으나, 研究를 進行시켜나가는 동안에 空氣를 넣으면 TB用 타이어의 變形이 커짐을 알게 되었던 것이다. 그리하여, 이를 逆利用하면 破壞되기 쉬운 部分의 屈曲을 抑制할 수 있지 않을까 하는 데 着眼한 것이 結果적으로 RCOT와 같은 方向으로 나가게 되었던 것이다. (圖 3~4 參照)

9. RCOT를 더욱 發展시킨 TCOT

TCOT는 RCOT와 出發點이 다르기 때문에 形狀의 으로는 솔한 非自然平衡形狀中에서 RCOT와 같은 方向의, 非自然平衡形狀에 接近하고 있다. 그 過程에서 카카스코드의 비드部 引張力を 높이면, 비드部の 플라이 返還點 끝의 힘도 줄어든다는 것이 밝혀졌다. 따라서, RCOT는 耐久性도 좋다는 것이 거꾸로 證明되었다. TCOT에 의해서 RCOT를 補完할 수 있게 된 것이다.

또한, 耐久性이 좋아졌다고 하는 것에서 再生 타이어로서의 適合性, 즉 再生 타이어의 壽命도 길어졌음이 確認되었으며, 重荷重性的 向上도 確認되었다.

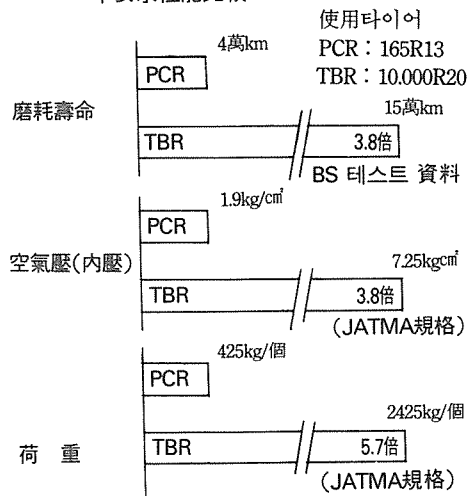
타이어 設計時 항상 따라다니는 問題는 二律背反性인데, TB用 타이어의 경우에 해당되는 問題는 耐久性이다. TCOT는 RCOT를 더욱 發展시킨 것으로서, 이에 의해 '벨트耐久性'과 '비드部耐久性'의 向上率이 뚜렷하게 높아졌음을 알 수 있으나, '回轉抵抗'이나 '耐磨耗性'의 向上率은 좀 낮은 편이다. 이는, 어디까지나 形狀에 의한 向上率이기 때문이다. 따라서, 回轉抵抗이나 磨耗에 關해서는 構造, 材料 및 그 組合에 의해서 向上率을 더욱 높일 수 있을 것이다.(表 1 參照)

10. RCOT와 TCOT의 研究時期 및 期間

RCOT는 1980年 研究에 着手하여 1984年에 研究結果를 發表하기까지 5年이라는 期間이 걸렸으며, TCOT는 1982年 研究에 着手하여 1987年에 研究結果를 發表하기까지 6年이라는 期間이 걸렸다.

이처럼 TCOT쪽의 研究期間이 1년 더 걸렸다는 것은, TB 래디알 타이어쪽이 그만큼 어려웠다는 것

(圖 5) TB 래디알(TBR)과 乘用車 래디알(PCR)의 要求性能比較



을 端的으로 나타내고 있다. 즉, 그만큼 使用方法이 까다롭기 때문에 엄격한 체크가 필요했던 것이다.

TB用 타이어의 경우, 乘用車用 타이어와 比較해서 内部壓力이 높고, 더우기 荷重도 커서 아주 苛酷한 條件下에서 使用되기 때문에 그 체크도 自然히 엄격해지기 마련인 것이다.(圖 5 參照)

11.TBR의 扁平比에 대한 TCOT의 對應

扁平比가 낮아지면 타이어 規格의 問題도 있고, 引張力分布도 變化하게 되므로 TCOT의 使用를 考慮하지 않으면 안 된다. 그러나, 基本的으로 TCOT를 使用할 수가 있다.

實用段階에 있어서는 7.50以上이 TCOT가 될 것이며, 7.50以下の 規格에 대해서도 TCOT가 效果가 있기 때문에 그 適用을 檢討하고 있다.

12. 商品化에의 展望

지금까지 說明한 것처럼 Bridgestone社가 開發한 TCOT는 TB用 래디알 타이어의 基本要素인 耐久性을 크게 向上시켰다. 그 結果 構造·材料設計面에서의 自由度가 늘어나 耐久性和 磨耗壽命, 燃料費와 磨耗壽命, 耐久性和 燃料費 등 二律背反의 問題가 解決되었다. TB 래디알 타이어에 要求되는 安全性·經濟性を 充分히 滿足시킴과 同時에 特定性能을 向上시킨 타이어를 設計하는 데 있어서 柔軟性 있게 對應할 수 있게 되었다.

또한, 構造·材料의 組合, 複合化에 의한 turning 技術이나, 앞서 導入된 超大型 컴퓨터의 活用에 의해 여러가지 要求에 副應한 高性能 타이어의 開發과 商品化에 폭넓은 應用이 可能할 것이다.

(日本月刊 타이어, 2月號)

스페어 타이어 교환방법

소홀히 하기 쉬운 스페어 타이어도 언제나 쓸 수 있도록 충분한 점검이 필요하며, 또한 스페어 타이어의 교환방법을 익혀두어 펑크가 나더라도 문제없이 갈아끼울 수 있도록 합시다.

- ① 펑크난 타이어를 교환할 때는 우선 차를 길 한쪽에 갖다 대야 하며, 이 때는 평평한 곳을 골라 세워야 한다. 그 다음 시동을 끄고 핸드 브레이크를 당긴 후 기어는 1단에 둔다.
- ② 펑크난 타이어가 아닌 다른 타이어는 돌이나 각목 등으로 피서 자동차가 미끄러지지 않도록 한다. 그 다음 장비를 꺼내고 잭을 이용하여 타이어가 노면에서 뜨지 않을 정도로 잭업한다. 너트를 손으로 돌릴 수 있을 때까지 휠렌치로 풀어준다.
- ③ 다시 잭업하여 타이어가 노면에서 10cm정도 뜰 수 있도록 한 뒤, 너트를 위로부터 별표를 그리는 순서로 모두 풀어내고 타이어를 교환한다. 새 타이어를 끼울 때는 처음 동작을 반대로 하면 된다.