

타 이 어 의 設 計

協 會 李 源 善

1. 타이어 設計의 順序

(1) 타이어 設計의 特色

타이어의 規格에 대해서는 앞으로 자세한 說明을 별도로 하기로 하고 여기서 먼저 強調하고 싶은 것은, 타이어라는 商品은 世界的으로 보아 가장 標準化된 것 중의 하나라는 것이다. 이것은 물론 自動車가 世界各國의 도처에서 사용되고 있을 뿐만 아니라 大部分의 國家에서는 主要 交通機關으로 되어 있는 現實에 있어서 만일 어떤 國家에서 만든 自動車에 自國產타이어가 아닌 다른 어떤 國家에서 만든 타이어가 맞지 않게 된다면 그것은 타이어로서의 使命을 다할 수 없게 되는 것이다. 그러므로 現在에는 타이어의 許容荷重, 外徑, 幅 및 림徑 등에 대해서는 거의 萬國共通의 標準이 정해져 있다. 그리고 극히 一部の 例를 除外하고는 새로운 要求에 따른 새로운 사이즈에 대해서까지도 比較的 빠른 時期에 디자인 가이드 같은 것을 정하여 위에서 말한 諸元이 정해져 있는 경우가 많다.

따라서 새로운 시리즈의 타이어를 設計할 때에도 主要 치수에 관해서는 規格에서 擇하게 되고 그밖의 構造·使用材料 및 그 配置, 트레드部·사이드부의 디자인 등과 같은 것은 設計者의 技能에 달려있다고 볼 수 있다. 그 다음 問題點으로는 타이어를 設計할 경우에는 製品自體의 設計 뿐 아니라, 타이어몰드를 主體로 하는

製造治具의 設計가 타이어 設計 그룹에 의해서 이루어진다는 것을 들 수 있다. 물론 복잡한 트레드 模樣을 製品圖, 몰드圖의 양쪽에서 일부러 그릴 必要는 없으나 몰드 設計가 製品의 크기·性能에 여러가지의 聯關性이 있다는 것도, 傳統的으로 몰드 設計가 타이어 設計者에 의해서 設計되고 있는 理由 중의 하나이다.

그밖에 타이어 加黃에 필요한 air bag 이나 bladder 의 設計, inner tube 의 設計, 또는 트레드 部材의 押出口金, 카카스 成型用 former 등 까지도 타이어 設計 그룹에서 하는 메이커도 있다.

(2) 타이어 設計의 例

타이어 設計의 順序를 抽象的으로 說明하기는 어려우므로 여기서는 한 架空 사이즈의 타이어에 대해서 大略의인 設計進行方法을 說明하기로 한다.

① 타이어 사이즈의 決定

여기에서 要求되고 있는 것은 타이어 荷重 400kg 前後의 乘用車用 Radial 타이어로서, 스포티한 外觀과 性能을 가지고 있으며 現在 市場에서 販賣되고 自動車에도 낄 수 있는 타이어를 말한다.

제일 먼저 타이어 사이즈를 檢討하여야 하는데, Radial 타이어로서 더욱 스포티한 것이라 고 했으므로 여기서는 60 시리즈의 偏平 타이어를 採用하기로 하였다. 그러면 常用荷重 400kg 前後로서 다음과 같은 規格을 들 수 있다.

175/60 R 14 空氣壓 1.9kg f/cm ² 에서	375kg
185/60 R 14	410kg
185/60 R 15	430kg

여기서는 從來의 自動車에 대한 互換性 및 其他條件, 스포티한 印象 등을 나타내기 위하여 185/60 R 15의 設計를 擇하기로 하였다.

② 타이어의 크기와 斷面形狀의 決定

타이어의 크기를 정하는 데는 規格의 範圍內에서 여러가지 方法을 생각할 수 있으나, 여기서는 앞에서 말한 規格의 設計 치수를 適用한다.

185/60 R 15에 대해서 림은 5J×15(呼稱), 設計 치수는 斷面幅 184mm, 外徑 603mm이다. 그러면 림幅은 림規格에 의해 127mm, 림徑은 380.2mm이다. 이것으로 타이어 斷面이 결정되는 直四角形의 크기가 算出된다. 타이어斷面만에 대해서는 림徑을 뺀, 幅 184mm, 높이 111.4mm의 直四角形이 된다(그림 1).

이 幅에 들어갈만한 타이어 斷面과 이에 對應하는 카카스 外周面을 잘 調和시켜야 하나 그것을 정하자면 트레드 中心의 트레드 두께, belt ply 枚數 및 두께가 필요하며, 사이드 部에서는 sidewall의 두께가 있어야 한다. 여기서는 그것을 일단 14mm 및 2mm로 한다. 그러면 카카스의 外側 라인은 높이 97.4mm, 幅 180mm가 된다. 카카스의 形狀 중 비드에 가까운 部分은 림 플랜지에 密着되는 짜임새로 거의 모양이 정해지므로 나머지 문제는 비드 上部에서 카카스 最大幅

의 位置를 지나 크라운 센터까지의 形狀을 정하는 問題이다.

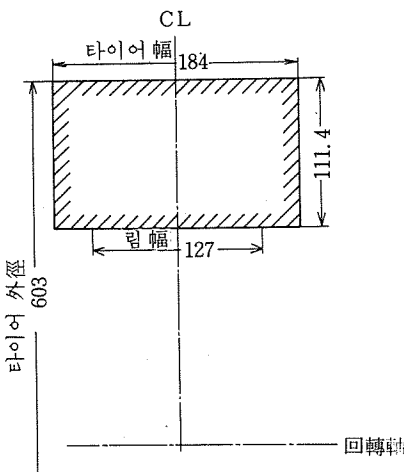
이 部分을 決定하는 데에는 여러가지의 理論式도 提案되어 있고, 타이어 메이커의 노하우로 되어 있는 點도 많으므로 쉽게 말할 수는 없으나, 最終적으로는 몇개의 圓弧를 스무스하게 連結시킨 것 같은 形으로 정하는 경우도 있다. 最近에는 컴퓨터와 自動製圖器의 連動으로 여러가지 曲線을 프로그램化하여 그 式 중의 媒介變數를 調整하여 必要한 스무스한 形狀을 직접 圖面에 그리는 方法도 取하고 있다.

③ 新製 타이어의 斷面圖

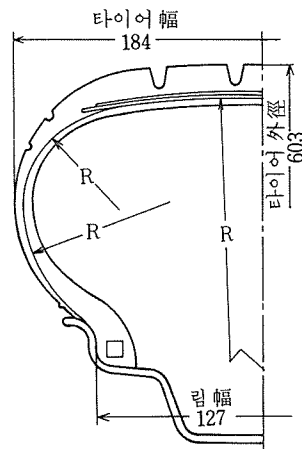
이와같이 하여 카카스의 外側形狀이 정해지면, 거기에 트레드 斷面, 카카스플라이, 벨트플라이의 幅과 두께, 비드幅과 비드코아의 크기, 타이어 카카스 內周의 輪廓 등을 記入하여 內壓을 만족시키는 製品의 斷面圖를 완성하게 된다. 이 段階에서는 그 때까지의 類似한 사이즈의 타이어 形狀의 資料가 크게 參考된다(그림 2).

④ 트레드부의 設計

트레드부의 設計는 지금까지 說明한 바와 같이 타이어의 接地性을 左右하는 동시에 振動·騒音에도 큰 관계가 있다. 뿐만 아니라 타이어의 外觀, 商品으로서의 매력 및 感受性을 좌우하는 要素이므로 트레드 디자인이 갖는 뜻은 대단히 많다. 여기서는 트레드부의 設計에 대한 基本的인 事項만 한 두가지 들어보기로 한다.



[그림 1] 타이어 斷面의 範圍



[그림 2] 製品 斷面 圖

첫째, 트레드의 斷面形狀에서는 트레드의 山幅(crown 幅)과 表面의 曲率, 半徑(R) 등이 問題이다. 또한, 카카스 形狀과 結合하게 되므로 솔더部의 두께가 너무 두껍지 않도록 유의하여야 한다.

일반적으로 트레드 山幅이나 Crown R을 크게 하면 接地面積이 커지면서 接地性이 좋아지고 磨耗壽命도 길어지는 傾向이 있으나, 反面에

트레드 고무量이 增加되어 重量도 무거워지고 타이어의 發熱이 增加되며, 또 價格이 올라가게 된다. 이와같은 關係는 항상 設計作業에 달려 있으므로 언제나 類似한 사이즈의 資料를 蒐集해서 設計目的에 맞추어서 잘 조정해가는 것이 着實한 方法이라고 볼 수 있다. 트레드 模樣에 대해서는 앞에서 말한 商品性 問題로 千差萬別이나 傳統의인 트레드 패턴의 分類와 일반적

패턴 名	리 브(Rib)	러 그(Lug)	리브·러그 (Rib·Lug)	블 록(Block)
形 狀	周方向으로 連續된 모양으로, 세로홈(縱溝)이라고도 한다.	橫方向으로 홈이 새겨져 있으며, 가로홈(橫溝)이라고도 한다.	리브패와 러그패를 합한 모양으로, 併用型이라고도 한다.	獨立된 블록형으로 構成된 모양으로, 버튼 型이라고 한다.
特 徵	① 回轉抵抗이 적다. ② 乘車感이 좋다. ③ 橫슬림이 적고, 操縱性·安全性이 좋다. ④ 타이어 騒音이 적다.	① 驅動力·制動力이 좋다. ② 非鋪裝路에서의 牽引力이 強하다.	① 中央部の Rib에서 操縱性·安定性·橫슬림防止 등의 역할을 한다. ② 솔더部의 Lug에서 驅動力·制動力을 發揮한다.	① 驅動力·制動力이 좋다. ② 눈길이나 흙탕길에서 操縱性·安全性이 좋다.
用 途	鋪裝路·高速用으로 乘用車를 비롯한 트럭·버스用, 小型트럭用 등 大部分의 타이어에 採用되고 있다.	一般道路, 非鋪裝路用으로서 트럭·버스用, 小型트럭用 등에 사용되고 있으나, 建設車輛用, 産業車輛用타이어는 대부분 牽引力이 강한 이 패턴을 採用하고 있다.	鋪裝路·非鋪裝路에 다같이 利用되고 있다. 주로 트럭·버스用, 小型트럭用에 採用되고 있다.	눈길, 흙탕길用으로서 大部分의 Snow 타이어에 쓰이고 있으며, 建設車輛用에도 사용되고 있다. 또 外觀上 스포티한 곳은 乘用車用 Radial 타이어에 採用되고 있다.
타 이 어 例				

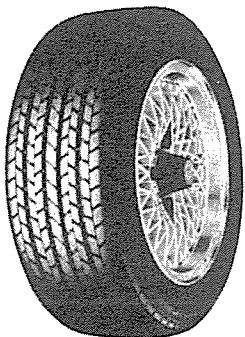
(그림 3) 트레드 패턴의 種類 및 特徵

인 특징을 보면 그림 3 과 같다.

앞(②項)에서 說明한 타이어에 대해서도 지금까지는 사이프를 넣은 블록패턴(그림 3 右端)이 많았으나 最近에는 이와같은 스포티한 타이어에는 더욱 簡潔하고 強한, 變形된 스트레이트 리브型이 나오고 있다(그림 4). 타이어 世界에서도 이와같은 流行의인 要素가 있다. 우선 어떠한 패턴을 擇하여 그것을 지금까지 說明해온 타이어의 斷面諸元에 맞추고 또 騒音減少를 위한 軋치 變形處理 등을 하여 가상한 60 시리즈 타이어의 트레드部의 設計는 一段落되는 셈이다. 트레드 패턴의 設計는, 適時에 活用하기 위해서는 보통 이와같은 구체적인 要求가 나오기 전에 트레드 디자인 그룹에서는 미리 試驗製作을 하여 準備해 있어야 한다.

2. 타이어 몰드의 設計

앞에서도 說明한 바와 같이 타이어 몰드의 設計는 어디서나 傳統的으로 타이어 設計 그룹에서 하는 일로 되어 있다. 타이어 몰드는 單純히 製品 타이어와 反對의 모양으로 되어 있다고만 생각해서는 안되며 상당히 精密하고 어려운 것이다. 當然한 일이겠지만 타이어는 適正 림에 끼워서 正規的인 使用內壓을 주었을 때 그 크기가 希望한 대로 되지 않으면 안된다. 크라운 R (半徑) 등도 마찬가지로 使用時에는, 타이어를 加黃하고 있을 때나 또는 타이어를 몰드에서 꺼냈을 때의 크라운 半徑과는 일반적으로 다르므



[그림 4] 스포티한 트레드 패턴의 例

로, 몰드를 設計할 때에는 이와같은 標準狀態에서 바라고 있는 크기와 形狀을 實現시키기 위하여 加黃 전후의 크기·形狀의 變化와 製品에 空氣를 넣기 전후의 크기·形狀의 變化의 두 要素를 豫見하지 않으면 안된다.

더욱이 이 두 變化는 타이어의 構造와 材料에 따라 각각 다르므로 問題는 점점더 複雜해진다. 또 이 形狀變化는 타이어의 性能에도 影響을 미치게 되므로 이야기는 더욱 어렵게 된다. 이러한 점을 어떻게 解決하느냐 하는 問題야말로 여기서는 각 타이어 메이커의 노하우라고 紹介할 수밖에 없으나, 다만 이러한 問題도 있다는 것을 생각해 두었으면 한다.

트레드 패턴의 部分的 設計는 作業性에도 影響이 많이 미쳐서 加黃된 타이어가 몰드에서 잘 빠져나오지 않는다는든가 또 빼낼 때에 트레드 블록이 망그러지는 등 여러가지 問題가 발생하기 쉽다. 따라서 몰드 設計時에 充分히 考慮하지 않으면 안된다. Radial 타이어, 특히 스틸 브레이크 등에서는 타이어 加黃時의 움직임을 平均化하여 無理하지 않고 스무스 하게 빠질 수 있도록 몰드를 圓周上에서 幾部分으로 나누기도 한다. 이와같이 몰드가 나누어지면 몰드 本體의 設計도 대단히 어렵게 되며 加黃時마다 開閉에 無理가 가지 않도록, 또 덜컹거리지 않도록 하기 위하여 몰드 本體, 開閉 슬라이드 機構 등에 대해서도 研究하지 않으면 안된다.

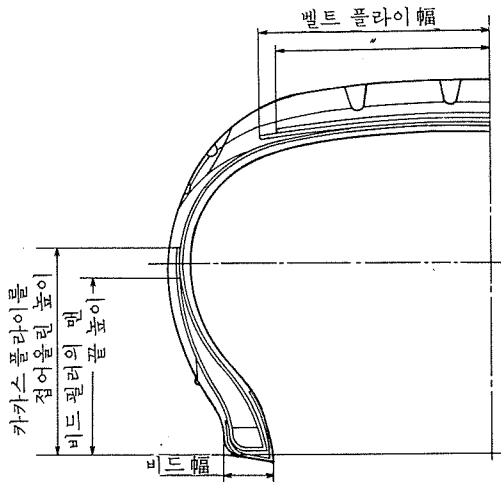
타이어 몰드는 옛날에는 돌로 나누어진 素材를 鑄鋼으로 만들어 그것을 타이어 形狀으로 旋盤加工하고 트레드部는 홈바닥(溝底)의 形狀을 먼저 깎아내고 거기서 트레드 表面(즉, 몰드에서는 제일 깊은 部分)을 엔드밀 등으로 갈고 풀이나 스크레이퍼 등으로 마무리 作業을 하는 등 많은 時間과 努力이 必要하였다. 어쨌든 타이어의 表面에 해당되는 部分을 逆으로 彫刻하게 되는데, 數枚의 板 게이지 만으로 각 블록을 똑같이 만들어낸다는 것은 참 놀라운 일이다. 지금도 製作面數가 적은 建設機械用 타이어의 몰드 등에서는 이와같은 方法을 쓰고 있으나, 多數의 面數가 필요한 乘用車用 타이어 몰드 등에서는 몰드間의 差異를 없애고 生産性을 높이기

위하여 여러가지 方法이 考案되고 있다. 數핏치마다 鑄物(die casting)을 만들어 鋼製호울더에 끼워 넣는 方法, 또는 링式으로 타이어 全周의 鑄物을 만들어서 끼워 넣는 方法이 있다. 어쨌든 精巧한 技術을 要하게 되므로 앞으로도 여러가지로 研究 開發될 것이다.

3. 타이어의 몰드內 製品圖

타이어의 製品斷面圖는 앞에서도 說明한 바와 같이 加黃 前後와 內壓充填 前後의 두 變化를 겪은 후의 타이어 圖面에 해당되므로 타이어를 製造하는 입장에서 본다면, 아무래도 加黃時 몰드內로 들어갈 때의 타이어 形狀을 求해놓지 않으면 타이어 成型時의 各部品の 치數나 配置가 정해지지 않으며, 따라서 材料使用量도 推定할 수 없다. 타이어 製造業에서는 習慣의으로 타이어 몰드圖가 정해지면 그 안에 타이어의 部分配置圖를 써넣으며 거기서 各部材의 크기와 끝머리의 配置 등을 算出해낸다. 그림에는 例로서 몇가지 重要 치數가 表示되어 있다.

벨트나 브레커의 맨끝 位置, 카카스플라이의 비드部의 플라이를 감아올린 終點이나 그 附近의 材質을 擇하는 方法 등은 타이어 內部の 應力分布에 影響이 크다. 따라서 製品의 耐久力을 左右하는 因子가 되므로 세밀한 注意가 必要



(그림 5) 몰드內 製品圖

하다. Bias 타이어나 Radial 타이어의 카카스部 등은 어떠한 膨脹過程을 거치게 되므로 (자세한 것은 뒤에 나오는 “타이어의 製造” 篇에서 說明함), 몰드內 製品圖에서 成型 전의 材料를 算出하는 데에는 약간의 計算을 하지 않으면 안된다. 이와같은 換算도 現在에는 컴퓨터의 프로그램에 들어가 있으므로 過去와 같이 手作業으로 算出할 필요는 없을 것 같다. 計算例로 사용한 60 시리즈 타이어의 몰드內 製品圖를 보면 그림 5와 같다.

4. 타이어의 強度計算

일반적으로 다른 商品에 있어서는 그 設計에 항상 強度計算까지 붙어다니고 있으나 타이어의 경우는 어떠한지 알아보기로 한다. 타이어의 경우에도 強度計算이 그 設計의 強度 및 耐久力의 妥當性을 체크한다는 뜻에서는 일반적인 경우와 다를 바 없으나, 有機材料의 특유한 使用時의 溫度나 그때까지의 熱 및 應力履歷의 影響 등이 複雜하므로 主要強度 部材인 코드나 고무는 金屬의 경우와 같이 許容應力, 安全率 등의 數值概念이 確實하지 않다. 따라서 許容應력과 安全率을 억제하고 그 部材의 強度를 정한다는 것은 꼭 있을 수는 없는 것이며, 現在로서는 다만 新品·常溫時의 計算值를 類似한 사이즈와 比較하여 이 정도면 되겠지 하고 체크하는 정도가 고작 할 수 있는 일이다.

타이어의 強度計算이 이 정도로 주춤하고 있는 것은, 타이어의 強度部材인 簾織 등을 타이어 사이즈에 맞추어서 만들지도 않고, 또 너무 세밀한 곳까지 計算을 한다 하여도 별 뜻이 없기 때문이라고 하는 말도 전해지고 있는 것 같다. 이러한 意味에서 強度 체크에 쓰이는 計算으로는, 예컨대 Bias 타이어의 크라운 센터에서 斷面方向의 破裂強度나 비드코아의 強度 또는 層間剪斷力의 체크 등 여러가지의 理論計算에 따른 式이 求해져서 適用되고 있다. 最近에는 또 컴퓨터에 의한 有限要素法의 應用 등으로 여러가지의 중요한 部分의 變形解析을 하여 보다 스무스한 應力分布를 追究하는 方法도 쓰기 시

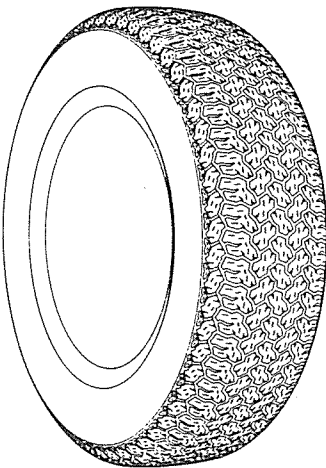
작하였다.

어쨌든 타이어의 設計를 보다 理論的·解析的으로 進陞시킬 수는 없을까 하고 생각해온 飛行機 專門家 出身의 타이어 設計 專門家의 꿈이 조금씩 實現되고 있는 것으로 보이는 것은 기쁜 일이다.

5. 타이어 設計에 CAD (Computer Aided Design)의 應用

타이어 設計에서도 드디어 CAD (Computer aided design)를 導入하게 되었다. 過去에는 計算機를 돌리면서 製圖하던 것을 이제는 컴퓨터에 의해 命令되는 自動製圖機가 無難히 處理하고 있다. 일단 프로그램 테이프를 만들어 놓으면, 타이어의 斷面圖, 타이어 摺紋圖, 패턴圖 등 또는 여기에 여러가지의 修正을 가하는 일, 예컨대, 패턴의 핏치 變更이나 系列 사이즈에 대한 擴大 등까지도 즉시 處理될 수 있다.

디자이너에 의해 設計된 設計圖를 보면 프로그램化할 수도 있고, 또 그 프로그램을 이용하여 圖面을 그릴 수도 있다. 設計時點에서는 light pen을 한 손에 잡고 브라운관을 凝視하면서 마음에 들 때까지 修正하고 있는 設計者의 모습도 볼 수 있다. 그리고 카카스 라인 算出의 노모그램 (nomogram)을 프로그램化해두면 任意



[그림 6] 타이어를 세워서 正面에서 비스듬히 본 그림

의 外徑·幅에 대해서 가장 알맞은 形狀을 적용할 수 있다. 트레드 패턴의 設計 등은 CAD의 가장 뛰어난 場面의 하나이고, 基本的인 트레드 패턴의 element를 알려놓으면 트레드 幅이나 핏치 등은 말할 것도 없으며, 타이어를 세워서 正面에서 비스듬히 본 그림을 實物 그대로 그릴 수 있게끔 되어 있다(그림 6).

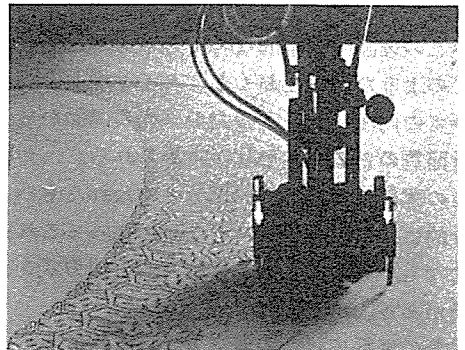
初期의 自動製圖機는 말하자면 直線이나 曲線을 그리는 Roberto에 不過했으나, 지금은 치數나 타이어 側面의 標識, 文字 등까지도 전부 自動的으로 그리게 된다. 컴퓨터 制御로 驅動되는 펜·헤드가 縱橫으로 움직여서 금시 타이어의 그림을 그리게 되니 참으로 불만하기도 하다(그림 7).

이들 機械나 裝置는 물론 다른 여러가지의 檢討圖나 Noise Simulator의 圖面 또는 NC工作機와 連動하는 등 여러가지 應用이 可能하며 또 여러가지 開發業務의 Speed up에 크게 貢獻하고 있다.

6. [附記] 타이어의 理論

타이어는 걸음으로 보기보다는 그 構造가 매우 複雜하다. 사용방법도 内部에 相當한 壓力이 주어진 다음 車輪에 끼워져 回轉하게 되므로 여러가지 方向과 크기의 外力을 받으면서 그 힘을 지탱 또는 傳達하고 있으므로 理論的으로도 상당히 어렵다고 생각하지 않을 수 없다.

대체로 空氣入 타이어로서는 어떠한 形狀이



[그림 7] 自動製圖機

바람직한 것일까 하는 문제에 있어서도, 적어도 最初에는 막연하게 손으로 더듬어서 스무스한 形을 適用하고 完成된 製品의 性能과 對比해서 試行錯誤로 know-how를 蓄積해온 것으로 보인다. 그러나 한편, 타이어의 特殊한 形狀이나 性質은 그런대로 研究者의 興味를 끌게 된 것도 事實이며, 4~50年前부터 여러가지의 理論의 分析을 하여 왔다. 이러한 理論이 오늘날의 타이어設計의 基礎가 되어서 多方面으로 應用되고 있으므로 여기서는 附記로서 간단한 점만 살펴 보기로 한다.

(1) 網目理論 또는 薄膜理論

現在의 타이어는 한方向으로만 코드를 늘여 놓고 그 사이를 고무로 連結한 플라이를 다시 여러 層으로 겹친 構造로 되어 있으나, 이것을 다음과 같은 假定으로 單純化시킨 理論을 展開하는 方法이다.

Radial 타이어가 出現되기 전까지는 모든 타이어는 전부 Bias 構造였으므로, 타이어는 隣接된 플라이를 構成하는 코드가 타이어 周上에서 어떤 角度로 交叉되는 網目構造로 되어 있으며, 그것을 고무로 固着시킨 것 같은 狀態로 되어 있다. 코드의 剛性은 고무에 비해 특히 높으므로 內壓에 의한 應力은 거의 코드가 負擔하고 있다. 따라서 타이어의 內壓은 거의 코드의 網目に 의해 維持되는 것으로 보고, 고무와 코드 層의 두께를 無視하고 모든 코드를 一平面上에 늘어놓은 것으로 생각한다. 즉, 코드의 網目構造로 된 薄膜으로 타이어를 代身한다는 것이 理論의 基本的인 사고방식이다.

이와같이 假定하면 타이어 周上의 各點에서의 內壓과 코드張力의 平衡關係로 타이어 斷面의 둘레의 形狀이 정해진다. 이러한 方法은 일종의 超橢圓積分으로서 解析의 으로는 풀 수 없는 것이다. 따라서 이것을 實用的인 것으로 하자면 여러가지의 近似方法을 취해야 한다.

資料에 의하면 이러한 생각으로 처음으로 實用的인 方法을 考案해낸 사람은 美國에서는 Goodyear 社의 數學者인 J.F. Purdy 였다고 한다. 그러나 그의 方法은 公開되지 않았으므로

자세한 것은 알 수 없다. 年代는 다르나 日本 Bridgestone 社에서도 2次大戰 末期의 1944~50年頃에 두 엔지니어 進藤, 池田에 의해서 完全히 獨立의 으로 이와 同等한 것이 研究되어 完成되었다고도 한다. 또 1955년에는 西獨 Dunlop 社의 技術部長 W.Hofferberth가 이 문제에 대한 研究成果를 公開하였으며, 소聯의 有名한 타이어 科學者 V.L. Bidelman도 같은 題에 대한 論文이 完成되었다고 한다. 當然한 일이지만 이들은 모두 大同小異하며, 近似方法이나 實用化方式 등에 다소의 差異는 있으나 모두 앞에서 말한 바와 같이, 타이어 斷面形狀의 設計過程에서, 크라운센터에서 타이어 最大幅의 點을 지나 비드部에 이르기까지의 輪廓決定法의 基礎가 되었다.

現在에는 물론 각 메이커들의 노하우가 加해졌을 뿐만 아니라 컴퓨터까지 利用되고 있을 것이다. Radial 타이어의 경우에는 벨트(나무桶에서 테와 같은 역할을 함)가 어떻게, 어느 정도의 張力을 받고 있느냐에 따라, 카카스에 發生하는 應力狀態가 다르므로 여러가지의 假定을 두지 않으면 안되나, 그 點을 考慮하면 이 方法은 Radial 타이어에도 充分히 應用되는 것이다.

(2) 積層理論

타이어 카카스를 構成하는 플라이를, 纖維나 스틸 코드로 補強된 고무層, 즉 FRR(Fiber Reinforced Rubber)로 생각하고 그 積層板으로 타이어 카카스를 構成하는 方法을 考案하였다. 이 理論에 따라 타이어 斷面周上에서의 코드 角度를 考慮함으로써 타이어의 여러가지의 力學的인 作用을 잘 說明할 수 있다. 또 層間의 剪斷剛性을 고려한 높은 水準의 理論도 展開할 수 있어, 그 成果야말로 타이어의 局部的인 變形, 應力集中現象, Standing wave의 研究, 타이어의 力學的 應答의 基礎問題 등 어려운 타이어의 力學特性을 解明하는 데 큰 역할을 하게 되었다.

最近에는 有限要素法도 타이어의 局部的인 應力, 屈曲變形의 解析에 큰 成果를 올리고 있으나, 여기서도 역시 基礎的인 으로는 타이어의 構成材料인 積層材의 物性이 必要不可缺하다.

7. 타이어 프로세스의 決定

타이어 프로세스(成型 仕様書 ; Tire building Specification)란 트레드, 카카스나 벨트 材料, 비드 組立品 등 타이어의 部品이나 中間製品을 準備하여 타이어 成型機의 Former 나 또는 Building core 에 차례로 붙여서 組立해가는 作業을 規定하기 위한 仕様書이다.

이 仕様書에 의해 타이어의 部品 및 그 材質, 크기, 成型順序, 配列 등이 모두 規定되므로 이 타이어 프로세스는 材料費 등의 見積, 製造計劃, 部品이나 治工具의 準備 등 業務의 基本이 되는 극히 重要한 역할을 擔當하고 있다. 메이커의 傳統이나 習慣에 따라 다소의 세밀한 差異는 있

으나, 타이어 프로세스에 記載되어 規定되는 材料 및 部品에는 大略 다음과 같은 것이 包含된다. 즉, 트레드, 사이드월, 쿠션, 브레커 또는 벨트, 카카스플라이 또는 밴드, 비드 組立部品, 인너라이너, 체과 등이다.

이들 部品の 크기는 加黃 후의 製品의 크기나 配置되는 目標値로부터 逆算으로 求하며, 그 作業은 일반적으로 設計技術者가 擔當하게 된다. 각 部分의 고무質은 그 타이어의 設計目標나 使用條件 등을 감안하여 定하게 되므로, 앞에서 說明한 바와 같이 고무의 경우에는 目標한 고무質을 얻기 위하여 여러가지의 配合明細를 세워 製造條件을 規定하지 않으면 안되므로, 一般적으로 고무質의 決定은 고무配合技術者에 委任되고 設計者는 다만 配合技術者가 推薦하는 고무質을 各部에 適用하는 方法을 取하고 있다.

카카스플라이, 벨트 등에 사용되는 코드의 材質, 數 및 코드 裁斷角度 등은 타이어의 性格을 좌우하는 가장 重要한 因子로서, 操縱性·安定性, 핸들 操作反應, 카카스 強度나 耐久性 등에 決定的인 影響을 미친다. 따라서 그 選定은 設計者로 하여금 가장 重大한 決定의 하나라 볼 수 있다. 물론 코드 材質과 함께 거기에 關聯된 고무質이 設定되지 않으면 안된다.

비드部에 대해서는 립에 대한 適度, 비드 自體의 強度·剛性으로 본 와이어의 內周 크기, 감는 本數·段數, 形狀을 調整하기 위한 비드 랩핑, 비드필러 등의 材質·構成·配置·크기 등이 規定되고, 生産上의 觀點에서는 類似한 既存 사이즈와 比較檢討하여 材質·部品·構造 등을 共通化시키고, 또 各部의 고무質, 카카스플라이, 벨트 등의 材質·數·構造, 비드 組立部品 등은 될 수 있는 限 類似한 것으로 하는 것이 가장 좋다. 이렇게 하기 위해서는 既存開發 타이어에 대한 廣範圍한 資料가 完備되어 있어야 한다. 지금까지 말한 여러가지의 逆算 및 其他計算에도 물론 컴퓨터 利用이 推進되고 있다.

이와같이 하여 完成된 타이어 프로세스의 記載項目, 圖示 등의 例를 보면 그림 8 과 같다. 이 그림에서와 같이 비드部의 構造圖 등도 附記되는 慣例로 되어 있다.

BUILDING SPECIFICATION.

Tyre Size _____ Pattern _____
 Type _____ Date issued _____
 Building Drum No. _____ Tread die No. _____
 Width _____ Curing bag No. _____
 Mould No. _____ Design Drawing No. _____

See drawing No. _____ for bead arrangement.

CARCASE

	Ply or Bandage No.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Fabric code								
Bias angle								
Length								
Width								
Trim point								

GUM INSERTS

	1	2	3	4	5	6	7	8
Compound code ..								
Position ply No. ..								
Length								
Width								

BREAKERS AND CUSHIONS				BEADS		
	1	2	3	4	1	2
Fabric or Compound code ..					Code or Type ..	
Bias Angle					Inside Circumference-	
Length						
Width						

BEAD COVER

	1	2
Fabric code ..		
Width		
Winding		

Fal
Wi
Ste

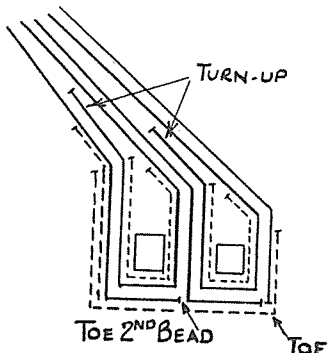
CHAFERS

	1	2
Fabric code ..		
Width		
Setting		

TREAD

Compound code ..	
Length	
Total width	
Slab width	
Weight	
Trim	

CURE



[그림 8] 타이어 프로세스의 例