

타이어의 製造 및 設備

協 會 李 源 善

[概要] 타이어는 各種 原材料를 사용하여 만
들게 되는데, 그 工程 및 製造設備 등에 대
해서 알기 쉽게 說明하기 위하여 各種原材料에서
부터 타이어에 이르기까지의 全体의 作業이나
中間製品의 흐름과 個個의 工程에서 사용되는
機械設備 등을 간단한 工程圖를 통해서 살펴보
기로 한다(그림 1).

타이어의 製造란 裝置工業의인 部分과 組立
工業의인 部分의 混合이라고도 할 수 있을 정
도로, 어떤 部分에서는 自動化가 開發되어 現
場이 거의 無人 상태로 되어가고 있는가 하면
1臺의 機械에 한사람의 作業자가 붙어서 여러
가지 中間製品(部品)들을 만들기도 한다. 대체
로 타이어成型 이외의 工程은 정도의 差는 있
으나 대략 裝置工業의이라고 하여도 좋을 것이
다. 이에 대하여 成型工程에서는 여러가지의
에너지節約, 作業簡素化, 材料供給方法의 改善,
시퀀스 컨트롤(Sequence control)의 導入 등
날로 發展하고는 있으나, 결국은 사람이 모든
作業의 중심이 되는 컨트롤센터임은 틀림없다.
생각컨대 自動車의 組立 라인을 하나의 機械로
壓縮하고, 그 라인에 관련된 多數의 組立作業
자를 한사람이 대신하도록 한 것과 같다고도 볼
수 있다.

物理적으로 본 타이어製造의 原理는, 未加黃
고무의 可塑性을 應用하여 必要한 中間製品을
만들어서 그것을 서로 붙이고(部品間의 相互粘
着性을 利用), 또 加黃初期에서의 流動性을 利
用하여 Green 形狀에서 製品形狀으로 大幅的

인 變化를 시킨 다음 加黃反應의 進行, 終結에
따라서 彈性和 安定性을 주어서 製品으로 만들
고 있는 것이다. 이러한 點에서 天然고무의 役
割은 대단히 크며, 특히 Radial 타이어의 普及
에 따라 그 使用量이 많이 늘어남으로써 原料
고무 중에서 合成고무의 使用比率는 Radial 이
前보다도 떨어져 있고 있는 셈이다.

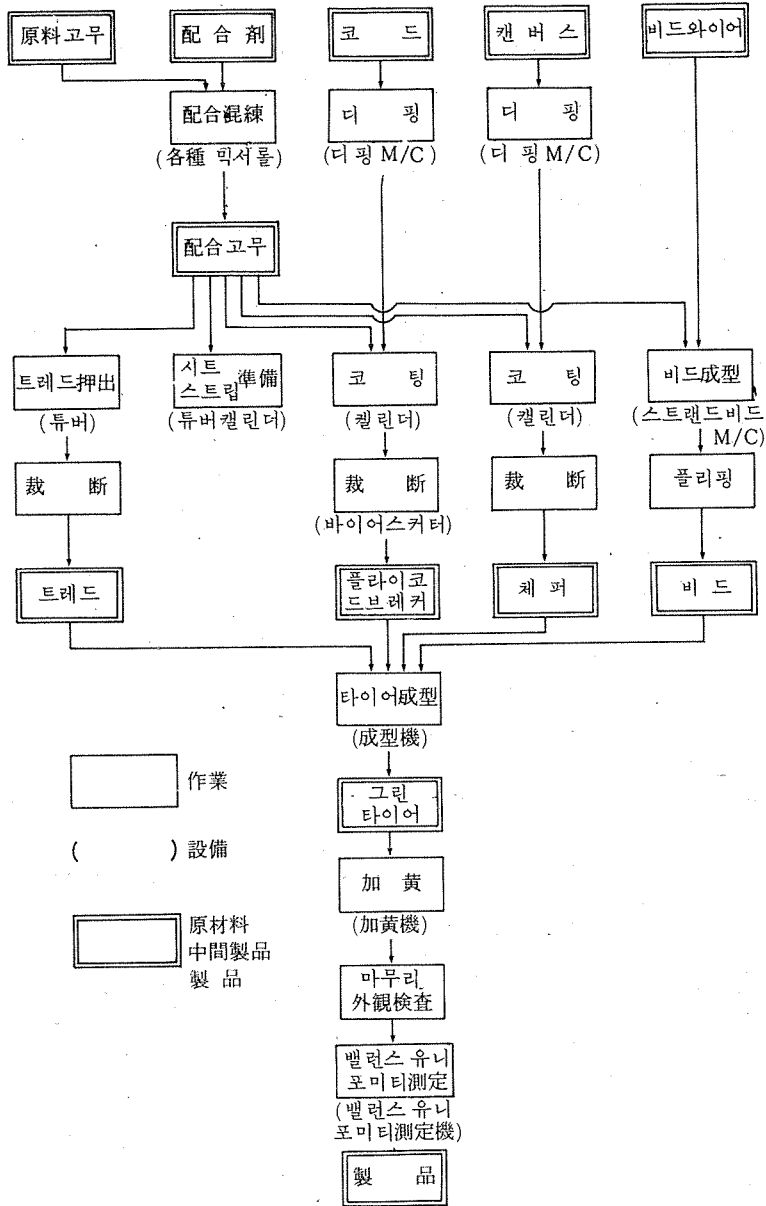
1. 타이어用 材料의 準備

타이어用 各種原材料를 加工하여 다음 工程
인 中間製品(部品) 工程에 供給할 수 있도록 하
기까지의 工程에는, 고무의 配合, 混練工程(精
練이라고도함), 코드·캔버스 등의 dipping 處
理, canvas 類나 wire cord 의 dipping 處理,
bead wire 의 準備, 코팅된 코드의 裁斷 등이
포함된다.

(1) 타이어用고무의 配合·混練

타이어에는 많은 種類의 Polymer 와 各種 配
合劑가 用途에 따라 配合·混練되어 사용되고
있다. 옛날에는 물론 이러한 作業이 모두 Open
roll 에서 하게 되고 또 카본도 물론 紙袋에서
들어내는 등 作業자나 作業場의 汚染은 항상
不安한 상태였다.

그 후 剛期的인 Internal mixer 인 Banbury
mixer 가 처음으로 登場된 것은 1916年이었고,
日本 BS에 本格的으로 導入된 것도 1951年이었
다. Banbury mixer 의 導入으로 고무의 混練



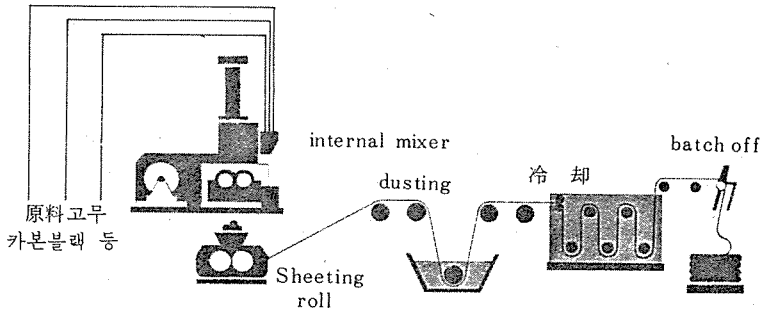
[그림 1] 타이어 製造 工程 說明 圖

카본 配合 등의 作業이 合理化되어 密閉된 চে 임배 内部에 各種 配合劑나 油類를 投入할 수 있으므로 Program化, 自動化도 많이 發展되었다. 이와같은 工程의 概略과 internal mixer 는 그림 2, 3 과 같다.

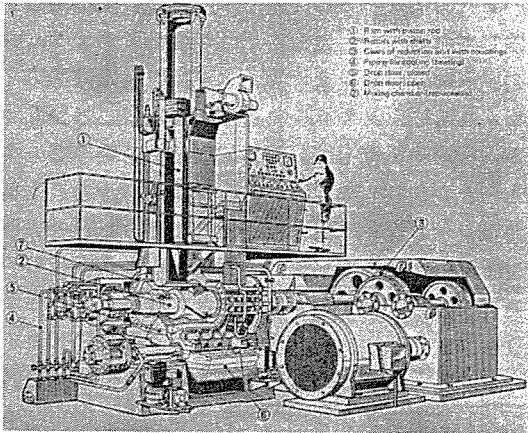
現在 Banbury mixer나 이와 同一한 Internal mixer 는 世界 여러 곳에서 製造되고 있는데,

각각 混練容量, 로터의 形狀, 冷却方法, 回轉數의 設定 등에 대해서는 여러가지로 研究되고 있으며, 또 自動化를 위한 溫度 Censor 의 位置 등에 대해서도 여러가지로 研究·改善되고 있다.

그리고 Banbury 에서 混練된 고무를 어떻게 다루느냐 하는 問題도 工程의 自動化나 다음



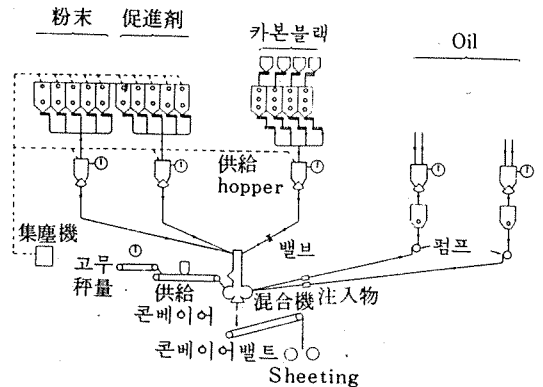
[그림 2] 混練工程의 概念圖.



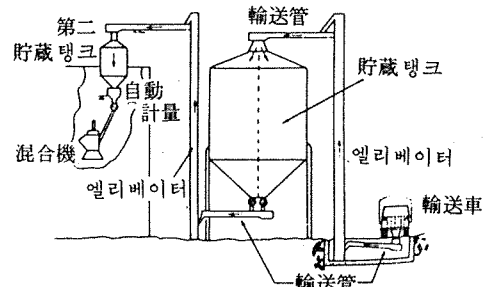
[그림 3] Internal mixer

工程으로의 運搬, 다음 工程에서의 取扱 등에 重要한 포인트가 되고 있다. 즉, Banbury 에서 混練하여 排出한 고무를 처리하는 이른바 Under Banbury 裝置도 이러한 觀點에서 여러가지로 연구되고 있는데, 일반적으로 시팅롤러 (sheeting roll)을 사용하는 것, 여러臺의 롤러를 直列로 配置한 것, 大型롤러헤드押出機를 구비한 것, 押出口에 多孔口金과 커터가 있는 펠레타이징(pelletizing) 裝置를 하고 있는 것 등이 있다. 그리고 어떤 경우이든 混合된 配合 고무가 充分히 冷却되지 않으면 안된다는 것은 두말할 나위 없으며, 이런 점에 대해서도 메이커, 工場 등에 따라서 여러가지로 研究하고 있다.

各原材料의 自動供給裝置를 구비한 自動化된 配合混練設備의 다이어그램을 보면 그림 4와 같다. 이와같이 되면 이미 카본블랙은 自動裝



[그림 4] 自動化된 混練工程의 diagram



[그림 5] 카본블랙 Bulk handling 裝置

置로 運搬, 貯藏, 計量, 投入되지 않으면 안되며, Bulk handling 이 積極의 意味를 갖게 된다. 參考的으로 카본블랙의 Bulk handling 裝置의 略圖를 보면 그림 5와 같다.

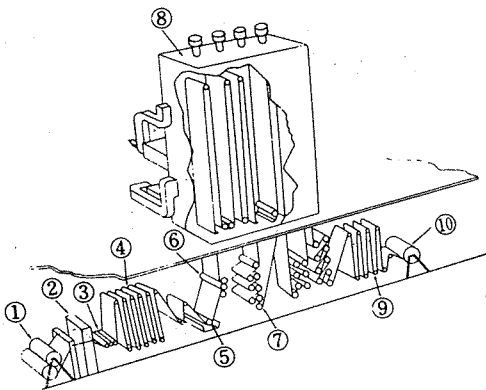
(2) Dipping

타이어코드나 캔버스(Canvas)의 dipping 은 纖維材料和 고무의 接着을 위한 處理라고 하나 그밖에 특히 合纖코드의 경우는 各合成纖維의

特有한 本性을 改質하여 타이어用 코드로 적당히 만들기 위한 決定的인 重要한 設備이다.

綿코드時代는 단순히 接着劑處理가 目的이었으므로 處理機도 지금의 dipping 裝置와 같이 대규모적이 아니고 浸漬機라든가 풀을 칠하는 機械 정도였으나, 레이온이 나오면서부터 카세인(casein)이나 RFL 處理가 필요하게 되었고 비로소 本格的인 dipping 機械가 나오게 되었다. 또 強力 레이온이 나온 후에는 本格的인 코드의 緊張處理가 필요했지만, 실은 나일론, 폴리에스테르 같은 뛰어난 合纖코드가 나오게 되자, 코드全幅에 걸쳐 몇 ton 정도의 큰 張力을 200°~250°C의 高溫下에서 加하는 hot stretch 處理를 하게 되면서부터 나온 dipping 作業과 그 設備은 過去의 타이어製造設備에 比하면 엄청난 것이었다.

그림 6은 最新 디핑 設備의 說明圖이다. 코



[그림 6] 타이어 코드 dipping 設備

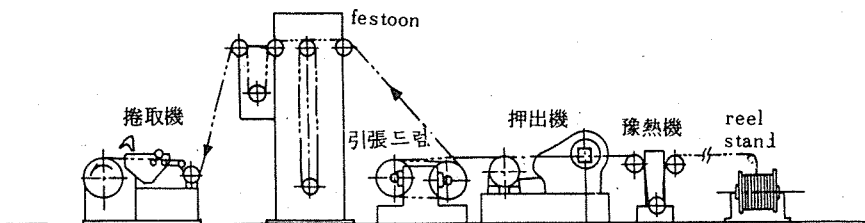
드에 대한 stretch(延伸)는 入口와 出口의 롤러의 面速差로 주어지며, 加熱延伸部도 몇개의 部位로 나누어진 곳도 있고, 溫度調整, 非常時의 急冷, 急停止 등 여러가지의 自動裝置가 갖추어져 있다. 또 필요에 따라서는 2회 dip도 가능하게 되어 있다. 處理速度도 코드의 種類, 構造에 따라 물론 달라지겠지만, 最高速度는 每分 100m 이상으로 빠른 것도 있다.

디핑, 延伸處理, 乾燥 등이 끝난 코드는 스탠드에서 감기고, 다음의 코팅處理를 기다리게 된다. 그림 1은 纖維코드의 경우에 대한 것이지만, steel 코드의 경우에는 dipping 을 하지 않고 直接 코드에 고무를 코팅하게 된다.

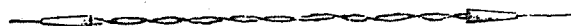
(3) 비드의 製造

비드코어의 製造는 그림 7과 같이, 小型押出機로 인슐레이션 고무를 押出하고, 그 속으로 고무의 흐름에 直角으로, 정해진 本數의 비드 와이어를 나란히 흐르게 하여 인슐레이션 고무를 입히는, 이른바 비드押出機를 사용하여 와이어를 나란히 늘어놓고 고무를 被覆시킨 평탄한 리본을 必要한 段數만큼 감게 된다(그림 7). 비드코어의 內周는 規定된 한가운데의 와이어에 따라 決定되는데, 일반적으로는 그 위에 또 비드랩핑테이프(얇은 고무리브 테이프)를 감는다. 이러한 工程은 다른 機械에서 하게 된다.

비드와이어는 約 30餘年前에는 15番線(1.37mm 徑)을 必要한 回數만큼 감아서 양 끝을 몇번씩 끈 다음 와이어가 切斷된 끝에는 円錐形金屬製 니플을 끼워서 全体를 납땜으로 固定시켰다. 거기서 둥글게 된 비드코어를 上下 2個의 롤러



[그림 7] 스트랜드 비드를 감는 裝置



[그림 8] 15# 비드의 조인트

사이에 걸어서 늘어나게 하고 鋼線에 張力을 주어 길이를 갖춘 다음 고무를 두텁게 입힌 비드 랩핑테이프를 감았던 것이다. 人海戰術的인 이러한 工程은 스트랜드 비드를 導入한 連續的인 프로세스로 急速히 代替되고 말았다.

現在의 工場에서는 와이어를 크릴에서 풀어낸 다음 고무를 입히고, 말고, 랩핑하는 등 一連의 工程을 連續, 自動化하여 最小의 人力으로 一貫作業을 하고 있다.

(4) 캘린더 作業

處理를 끝낸 어떤 코드나 또는 와이어코드의 兩面에 얇은 고무層을 입혀서 플라이, 브레커, 벨트 등의 材料를 만드는 데에는 캘린더(Calender)를 사용한다. 코팅하는 고무의 質이나 두께는 물론 用途나 設計에 따라 다르겠지만, 타이어용으로 특히 問題가 되는 것은 性能 및 코스트일 것이다.

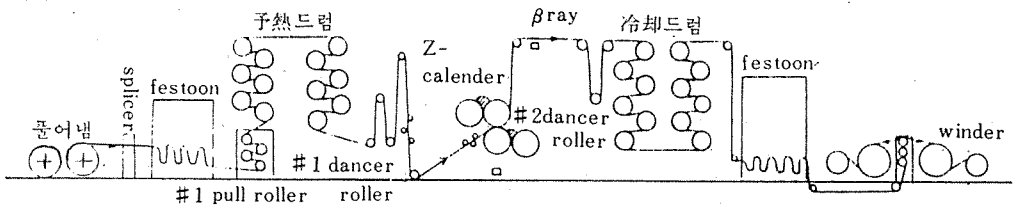
過去의 캘린더는 現在처럼 發達된 裝置가 完備되지 않았으며 롤러自体도 잘 다루어진 것이 아니었으므로 3本캘린더나 4本캘린더나 다같이 溫度調整 등이 큰 일이었고, 어떤 現場에서도 作業者가 붙어있어야 했다. 그러나 지금은 溫度의 自動調整도 가능할 뿐 아니라, 롤러의 斜交裝置, 밴딩裝置 등으로 게이지 調整方法도 갖추게 되었다. 또 두께의 測定도 여러가지의 接觸式인 電氣게이지에서 β 線에 의한 單位重

量測定, 또 거기에 連動된 自動 게이지 調整 등 많이 發展되었다. 그러나 이와같은 精密한 裝置에 의해서 만일 고무 두께가 約 0.005mm 정도만 節約된다고 하면, 幅넓은 타이어 캘린더의 速度 5~60m/min 에서도, 물론 콤파운드에 따라서도 다르겠지만 年間 約 15만 7,000달러 정도의 資材費가 節減될 수 있다고 한다. 따라서 이 정도로 精巧한 高價의 裝備를 한다면 充分한 代價를 찾을 수 있다고 볼 수 있다.

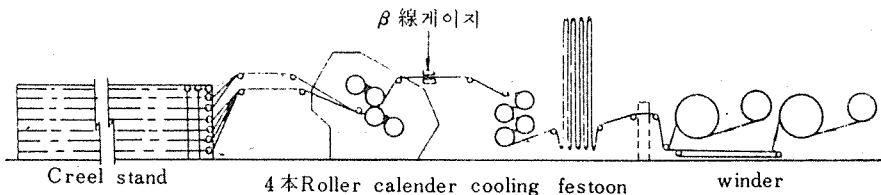
現在의 發展된 纖維코드用과 스틸 코드用 캘린더 裝置를 보면 그림 9 (a, b)와 같다.

스틸코드의 경우에는 코드를 纖維코드와 같이 거칠은 橫糸를 넣어 簾織으로하여 캘린더에 거는 方法도 이용해 왔으나, 大部分은 그림에서와 같이 캘린더幅에 대해서 必要한 數만큼의 와이어코드의 크릴스탠드를 만들고, 각 크릴에서 풀어내는 와이어코드를 길이를 갖추어서 빗살과 같은 스페이서(spacer)를 통과시켜 間隔을 調整한 후 그대로 캘린더에 거는 weftless式(Creel式)이 널리 쓰이고 있다(그림 9 (b)). 코드의 數를 다르게 할 때에는 스페이서를 바꾸어서 코드本數에 맞추면 되나, 코드의 種類를 변경할 때에는 크릴을 바꾸어야 하므로 大規模인 工場에서는 크릴 스탠드를 여러가지로 準備해 두어야 한다.

타이어工場에서 사용하는 캘린더의 形式으로 本圖에서는 양쪽 다 4本 Z型 캘린더로 되어 있



[그림 9(a)] 纖維 Cord calendar 裝置



[그림 9(b)] Steel cord calendar 裝置

으나, 물론 이외에도 3本 켈린더의 傳動式, 直列式, V型 등도 있다.

켈린더는 코드, 캔버스의 코팅 以外에도 타이어에 사용되는 各種 시트, 스트립(strip) 類의 製作에 應用되는 경우가 많으므로 타이어工場에서는 중요한 基本設備 중의 하나이다.

(5) 裁斷作業과 設備

코팅된 코드나 캔버스를 用途에 따라 사용할 수 있는 角度와 幅으로 자르는 作業을 裁斷이라고 한다.

裁斷工程에서는 원래의 切斷作業 외에도 절단된 小幅의 코드(코팅한 것)를 연결하여 小幅의 긴 材料로 만드는 일, 그위에 켈린더에서 나온 시트를 붙이는 일, 또 브레커라면 쿠션 고무를 붙이는 일 등을 하는 경우가 많다.

코팅된 코드를 주어진 幅, 角度로 잘라나는 것은 실제로 쉬운 일이 아니며, 특히 Steel 코드와 같은 強한 材料인 경우에는 더욱 어려운 것이다. 이러한 일을 하는 機械가 바로 Biascutter 이며 原理는 종이나 얇은 鋼板을 자를 때와 같이 누르고 자르는 方法과 코드를 누르고 있는 비임을 따라 빠른 速度로 움직이는 나이프로 잘라나가는 式이 있는데 여기에는 각각 코팅된 코드를 重直으로 늘어뜨려서 눌러면서 裁斷하는 重直型과, 水平으로 움직이는 콘베이어 위로 코드를 풀면서 눌러서 자르는 水平型이 있다. 어떤 型이든 能率을 올리기 위해서 될 수

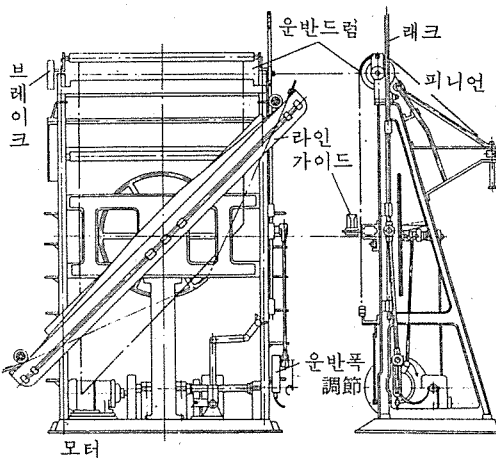
있는 限 高速으로 풀어내어 그것을 規定된 幅만큼 移送된 곳에서 정확히 정지시켜 裁斷해가는 것은 機械나 作業의 慣性을 생각한다면 그렇게 간단한 것이 아니라는 것을 알 수 있을 것이다. Steel 코드 등은 裁斷된 하나하나의 코드의 끝이 벌어지면 안되므로 벨트用 등에서는 코드의 方向에 대한 裁斷角度가 20度 전후로서 알은 角度로 자르는 경우가 많으며, 의당 누르는 힘이 나 나이프의 움직임은 距離가 길어지는 등 일반적으로 機構가 커져서 從來의 Bias 타이어용의 小規模의 垂直型 Biascutter 에 비해 상당히 大規模의 機械로 되어 있다. 그림 10, 11은 垂直型 Biascutter 의 概念圖와, 水平型 Biascutter 와 스키저 켈린더를 組合한 레이아웃의 一例를 表示한 것이다.

(6) 押出作業과 押出機

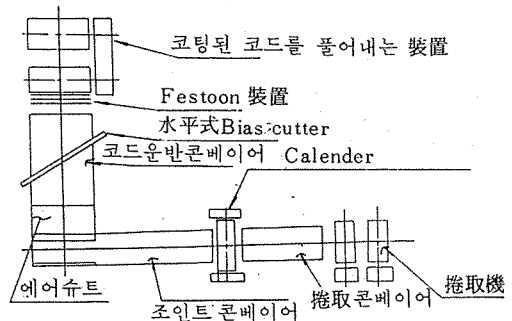
트레드, 사이드월, 各部의 Stiffener 類와 같은, 어떤 정해진 断面形狀을 가진 고무 部材를 준비하기 위해서는 押出機를 사용하게 된다. 예컨대, 트레드의 押出作業을 살펴보기로 한다 (그림12).

Banbury 에서 混練된 트레드고무는 熟入 롤러에 의해 다시 可塑化되어 押出機로 供給된 다음 이미 設定되어 있는 트레드 口金으로 押出되어 원하는 断面形狀으로 된다. 여기서부터 이것은 冷却되어 必要한 길이로 裁斷된 다음 책꽂이와 같은 선반위에 保管하였다가 다음의 成型工程으로 移送된다.

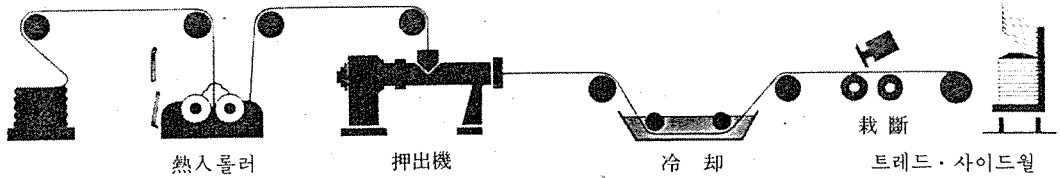
이와같이 간단히 說明할 수도 있지만, 現在의 重要시되고 있는 Uniformity 의 細密한 部



[그림 10] 垂直式 Biascutter



[그림 11] 水平式 Biascutter train



[그림 12] 押出工程概念圖

門까지 요구되고 있는 타이어를 만들기 위해서도 決定的으로 중요한 것은 이 트레드의 押出工程이다. 어쨌든 트레드의 重量은 타이어全體重量의 거의 半 정도를 차지하고 있으므로 타이어 円周上에서 트레드의 언밸런스한 部分이 나타나서는 안된다. 그러므로 成型時에 트레드 材料의 크기가 精確하고 均一하지 않으면 안된다. 자세한 說明은 하지않으나, 트레드가 押出되고, 冷却되고, 裁斷되어 길이, 두께, 幅 등이 精確히 유지되도록 하는 것은 매우 어려운 일이다.

더욱 세밀하게 點檢하기 위해서는 押出機의 스크류 回轉數나 溫度狀態뿐만 아니라 熱入條件이나 또는 고무 材料의 混練作業의 管理狀態까지 생각하지 않을 수 없다. 押出된 트레드의 冷却例를 보더라도, 開發途上國의 타이어工場에서 가끔 볼 수 있는 바와 같이 押出直後의 트레드를 精確한 길이로 잘라서 물탱크에 넣어서 冷却시킨 다음, 再次 裁斷하여 길이를 맞추어도 그런대로 타이어가 될 수는 있으나, 製品의 不均一한 點을 最小로 줄이고 Uniformity와 Unbalance의 精確度를 높이기 위해서는 그런 일에만 몰두해서도 안되는 것이다.

트레드 押出에는 各種 지름의 押出機가 要求量에 따라 사용되고 있으나, 서로 다른 種類의 고무를 組合시킬 때는 複合 押出機를 사용하는 경우가 있다. 즉 2臺의 押出機를 마주보게 놓고 各 押出機에서 고무를 共通헤드內로 押出하여 接着시키는 Duplex 押出機가 있고, 또 한(母) 押出機의 등에 다른(子) 押出機를 올려 놓은 形도 있다.

이와같이 하여 카카스, 브레커, 벨트 등의 材料와 押出된 트레드, 비드 및 各種 스크립, 체파 등이 準備된 다음에는 이들을 組合시키는 成型工程이 된다.

2. 타이어의 成型

지금까지 說明한 바와 같은 工程을 거쳐서 準備된 各種部材를 組立하여 生(green) 타이어를 만드는 이 工程에서는 여러가지의 部材를 成型機쪽으로 供給하는 일이나 센터맞추기, 붙이기 등을 成型機의 部屬物이나 各種治具를 사용하여 成型作業자가 다루게 된다.

타이어 製造에서는 成型과 다음에 나오는 加黃의 두 工程이 가장 特徵의인 部分으로서 타이어메이커의 노하우는 바로 여기에 있다고도 볼 수 있다.

(1) 타이어의 構造·材料와 成型方法

타이어의 成型方法은 타이어의 構造, 材料에 크게 關聯되어 있다. 發明初期의 타이어는 고무를 입힌 천(布)을 Building Core 위에 붙여서 둥근 모양으로 만들었고, 그후 당분간은 타이어의 內面形狀에 맞추어서, 分解할 수 있는 도넛型의 Building Core 위에 캔버스 등을 붙여서 만들었다. 그 후에 또 簾織布를 사용하게 되면서부터는 코드布의 縱方向의 伸縮은 팬터 그래프作用으로 매우 容易하게 되었으나, 그레도 비드部까지 布를 죄어 넣은 作業은 쉬운 일이 아니었다. 그래서 現在에는 카카스強度가 허용되는 限 비드徑에 가까운 곳에 簾織布를 붙인 다음 부풀게하여 타이어의 外徑을 내는 方法을 택하게 되었다.

카카스를 부풀게(Shaping) 하면, 코드의 間隔이 늘어나 耐壓強度가 떨어지므로 크게 強度를 要하지 않는 低內圧用 또는 小型타이어, 즉 乘用車用, 小型트럭用타이어 農業機械用타이어 등에는 最小限 비드가 들어갈 수 있을 정도로 한 Flat drum 式을 택할 수 있으나, 強度가 필요

한 트럭用, 建設機械用, 高圧의 航空機用 타이어 등에서는 비드部로 비틀어넣는 作業이 허용되는 限 코팅된 코드의 貼付面의 지름을 크게 한, 이른바 Crown drum 을 사용하고 있다.

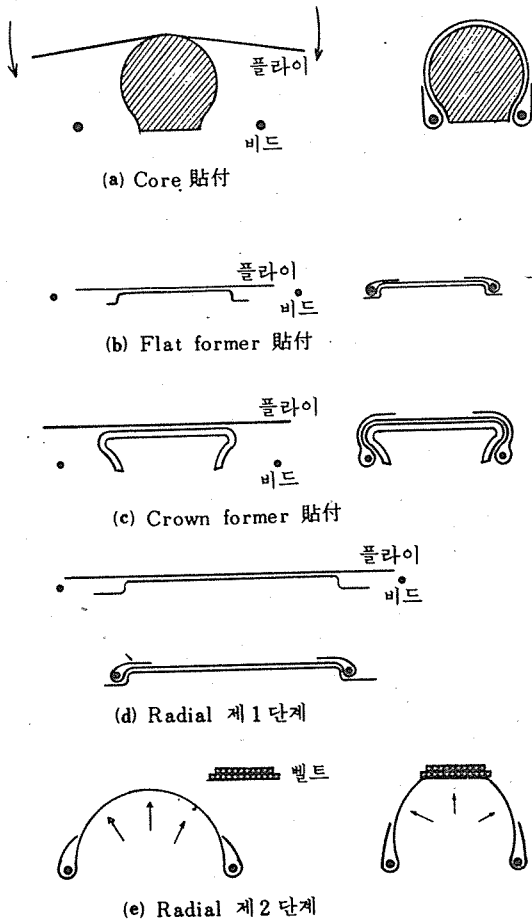
크라운드럼을 사용할 때에는 作業上 플라이 코드는 플랫드럼인 경우와 같이 한장한장 차례로 붙여나가지 않고, 몇 枚의 플라이코드를 미리 둥근모양으로 붙인 다음 드럼에 끼워서 비드部 쪽으로 죄어가는 方法을 쓴다. 이와같이, 몇 ply를 붙인 것을 band 라 하며 그 構造는 카카스構造(몇 ply이며, 비드는 single 인지 double 인지 등)에 따라 정해진다. 밴드를 만드는 데는 別個의 Band builder 라는 機械를 사용하는데, 트럭用, 航空機用타이어나 建設機械用 大型타이어 등과 같은 大型 Bias 타이어 工場에

서는 반드시 成型機와 Band builder 가 짝을 이루고 있다.

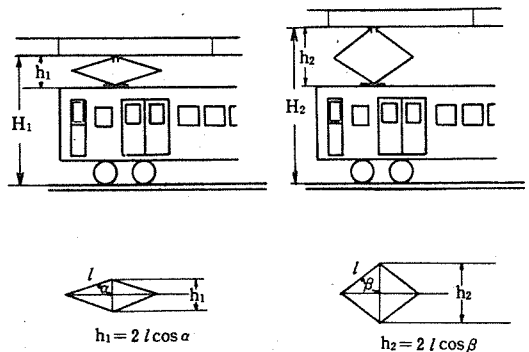
Radial 타이어의 成型에서는 벨트의 部分이 円周方向으로 늘어나지 않도록 되어 있으므로 Bias 타이어와 같이 Flat으로 成型한 다음 Shaping 하는 式으로 하지 않고, 어떻게 하든 製品에 가까운 모양으로 만든 후 벨트, 트레드를 붙이지 않으면 안된다. 그러므로 成型作業을 2 段階로 하여, 코드가 Radial 方向으로 되어 있는 카카스 플라이는 Shaping 이 容易하므로 먼저 作業하기 좋은 Flat 드럼 위에서 붙인 다음, 그것을 Air bag 등을 이용하여 거의 제품크기 정도로 부풀게하여 벨트, 트레드 등을 붙이는 것이 일반적인 方法이다. 그림13은 Core 貼付, Bias 타이어의 Flat 및 Crown 드럼 貼付, Radial 타이어의 貼付方法 등을 比較한 것이다. (여기서 비드는 늘어날 수 없음).

타이어工場안에서 움직이고 있는 圓筒形으로 되어 있는 것은 Flat드럼에 붙인 生타이어 (Green Case 라고 함)이고, 북통 모양으로 된 것은 Crown 드럼에 붙인 케이스, 그리고 거의 타이어 모양과 같이 되어 있는 것이 Radial 타이어임을 알 수 있다.

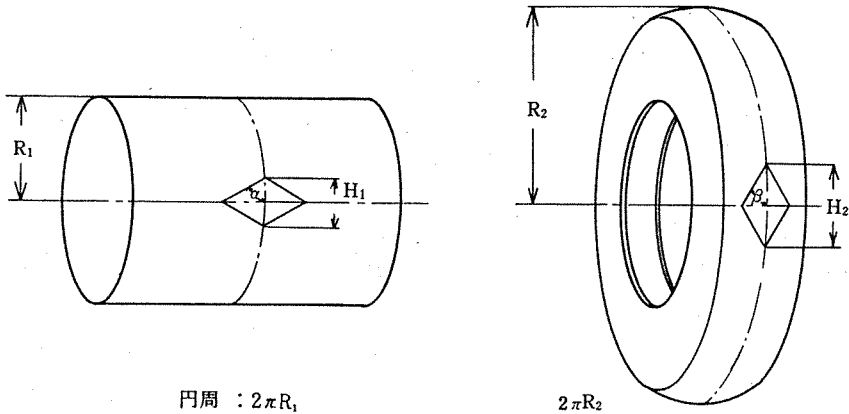
그런데, 여기서 잠시 Bias 타이어의 Shaping 을 가능하게 하는, 이른바 Pantograph 作用에 대해서 간단히 살펴보기로 한다. 특히 電車에는 集電用 Pantograph 가 많이 使用되고 있는데 이런 경우에는 架線의 높이는 곳에 따라 반드시 일정하지 않으므로 Pantograph가 伸縮 作用을 하여 架線에 잘 따라붙게 되어 있어 集



[그림 13] 各種 成型方法의 比較



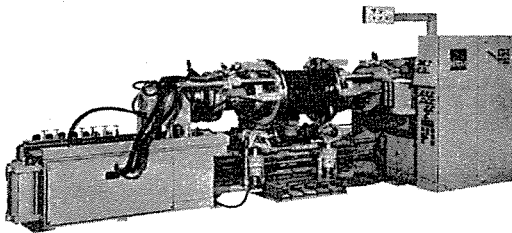
$\alpha \rightarrow \beta$ 에 의해, $h_1 \rightarrow h_2$,
[그림 14] Pantograph 作用



$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$ 만일 $\alpha=60^\circ, \beta=30^\circ$ 라 하면

$\frac{R_2}{R_1} = 1.73$, 즉 73%나 지름을 늘일 수 있다.

[그림 15] Bias 타이어의 Pantograph 작용



[그림 16] 乘用車用타이어 成型機의 例

電役割을 하게 된다.

그러면 Pantograph는 어떻게 伸縮作用을 하는 것일까. 그림 14에서와 같이 팬티그래프는 두 다리 사이의 角度的 變化에 따라 늘어났다 줄었다 한다.

Bias 타이어는 앞에서 說明한 바와 같이 코드의 網目を 바꾸어 놓을 수 있으므로 이 網目の 交角을 變化시키면 網目の 對角線길이를 다르게 할 수 있다(그림 15). 그러므로 平面인 成型드럼 위에 붙인 圓筒形 타이어를 Shaping 하여 各部分의 網目の 角도를 變化시킴으로써 둥근모양으로 할 수 있다. 이때 網目交角의 變化量이 最大인 곳은 最大外徑인 크라운 부이고 비드部쪽으로 갈수록 그 量이 점차 작아진다. 코드의 크라운角은 타이어의 性能에 큰 影響을 미치므로 실제로는 希望하는 크라운角도를 정해놓고, 거기서부터 成型드럼徑까지의 徑의 變

化量으로 角度(網目交角)의 變化를 구한 다음, 드럼위의 角度, 즉 裁斷時의 코드角도를 算出해 낸다. 물론 실제로는 코드의 伸縮性도 고려하지 않으면 안되나, 대략 이와같이 해서 製品의 크기와 크라운 角도로 裁斷時의 코드角도나 幅을 算出하는 것이다. Palmer의 아이디어로 簾織(美國特許)을 사용하게 되면서부터 Bias타이어의 性能上, 製造上에 미친 效果는 상상할 수 없을 정도로 컸는데, 이러한 뛰어난 아이디어가 당시에 어떻게 나오게 되었는지 지금까지도 신기하기만 하다.

現在의 타이어 成型機는 그림 16에 例示된 것과 같이 規模가 매우 클뿐만 아니라 價格도 상당히 높다. 基本的으로 한사람의 作業者가 한 개의 타이어를 成型하는 동안 機械에 붙어있는 것은 예나 지금이나 다름없으나, 코드를 죄고, 비드어셈블리의 供給과 圧着, 各種 필러, 스트립, 철판 등의 供給, 位置를 정하는 가이드, 트레드供給서비스 등 수 많은 裝置 및 附屬物이 있어 이들을 連續操縱裝置로 차례로 動作시키는 등 매우 분주하다.

이것은 Flat drum 成型의 경우이고, Bias 構造의 트럭용타이어 등의 Crown drum 成型에서는 플라이코드의 供給裝置 대신에 밴드의 供給挿入裝置가 되어 있다. 또 Radial 타이어의 成型機에서는 앞에서 說明한 바와 같이 카카스

部와 벨트部의 成型을 따로 하지 않으면 안된다. 즉, 成型機는 이들을 서로 다른 機械로 하는 경우와 1臺의 機械로 連續적으로 하는 경우가 있는데, 의당 1臺의 機械로 연속적으로 하는 것이 일반적인 Flat drum用 成型機에 비해 매우 複雜하다(그림17).

Band builder는 플라이코드를 겹쳐서 바퀴(輪)로 만들어가기만 하는 機械이므로 機構의으로는 간단하나, 大型建設機械用 Bias 타이어의 Band builder 정도 되면 밴드 重量이 무려 數 100kg이나 되어, 完成된 밴드의 運搬 등도 매우 큰 일이다.

지금까지 說明해온 여러가지의 불이는 作業은 거의 未加黃고무의 固有한 粘着力에 의한 것이며, 超大型타이어나 Steel 타이어 등도 例外는 아니며, 다만 트레드 등에 약간의 시멘트(糊)가 사용되고 있을 뿐이다. 이것도 成型作業의 한 特徵이라고 볼 수 있다. 이러한 點에서도 天然고무의 역할은 더욱 큰 것이다.

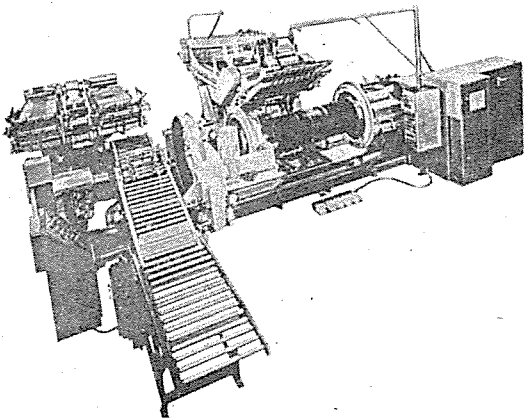
3. 타이어의 加黃과 加黃機

成型工程에서 만들어진 그린(Green) 타이어는 加黃工場으로 운반되어, 타이어의 外觀을 決定하는 타이어몰드로 들어가게 되는데, 여기서 内部의 壓力에 의해 몰드 内面에 擘 눌러서 트레드 패턴, 사이드의 模樣, 刻印文字, 商標 등이 찍히게 된다. 그리고 이와 同時에 타이어는

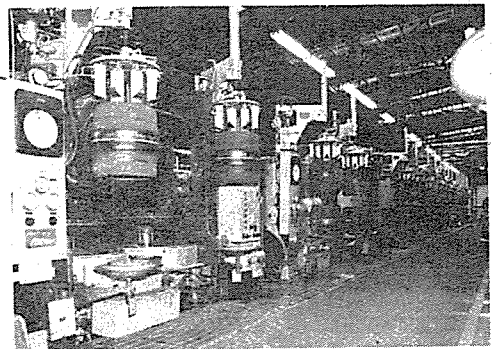
内外面으로부터 나오는 蒸氣나 溫水 등의 熱媒體에 의해 加熱되므로 타이어 全体에는 加黃反應이 일어나 規定된 時間을 경과하게 되면 完全히 彈性을 가진 加黃고무構造體로 變身된 製品 타이어가 탄생하게 된다.

그렇다면 近代의인 타이어工場의 加黃工程을 살펴보기로 한다. 넓고 깨끗한 通路의 양쪽으로 Bag-O-Matic, Autoform 등의 全自動加黃機가 列비해 있고, 오버헤드型 Green Tire Loader가 다음 加黃 車레를 기다리고 있는 타이어를 싣고 있으며 그 밑에는 車레대로 타이어가 臺 위에서 기다리고 있다. 그러나 作業者의 모습은 거의 볼 수 없다. 어떤 加黃機의 뚜껑이 열리게 되면 加黃된 뜨거운 타이어가 이젝터에 의해 위로 밀려나오고 또 이 타이어에는 곧 포스트 인플레이터에서 空氣를 넣게 된다. 또 한편으로는 Loader의 팔이 回轉하여 다음 그린 타이어를 加黃을 끝낸 빈 몰드안으로 넣고 곧 뚜껑이 닫히기 시작한다. 따라서 Shaping 操作에서 거의 모양을 갖춘 타이어가 몰드안에서 다음 加黃이 시작된다. 이때 loader는 이미 다음 車레의 그린 타이어를 또 準備하고 있다. 그동안에 또 다음 加黃機의 윗뚜껑이 열려서 같은 일이 반복된다. 이와같이 作業者는 계속 監視하여야 하므로 棼 사이가 없는 것이다. 그러므로 과거 3~40年前의 加黃工程과는 전혀 다른 것으로 變하고 말았다(그림18).

타이어의 加黃에 필요한 것은 内壓과 熱인데 그것을 어떻게 하여 몰드内的 타이어에 주느냐가 問題이다. 그리고 加黃機에는 무엇보다도 그



[그림 17] Radial 타이어 成型機의 例



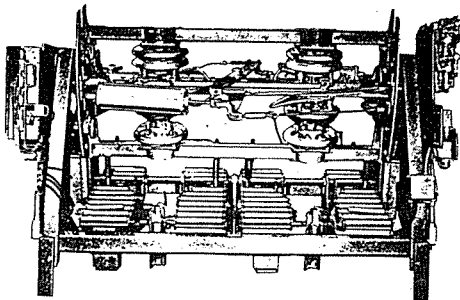
[그림 18] 近代의 加黃工場

당시의 内圧에 對抗하여 몰드를 닫아놓는 強度가 필요하며 또 加黃操作에 필요한 蒸氣, 溫水, 冷却水, 高圧空氣 등을 時間에 맞추어 잘 조정하고, 필요한 몰드溫度를 유지하는 등 콘트롤 機能을 가져야 한다. 그리고 自動化하는 경우에는 그린 타이어를 넣어 加黃이 끝난 다음에는 外部로 放出하는 機能도 있어야 한다.

그린 타이어의 外面에서 熱을 加할 때에는 몰드를 재킷타입의 熱盤에 裝置하든가 아니면 몰드를 壓力容器內에 넣고 그 주위에 蒸氣를 注入하는 두가지 方法이 있고, 또 内面에서 加熱할 때에는 타이어 内面에 氣密性인 Air bag(또는 Bladder)을 넣고 그 안에 蒸氣, 溫水 등을 注入하는 일반적인 方法이 있다.

타이어의 두께는各部마다 다르고, 또 타이어各部에 대한 熱에너지의 供給도 타이어 몰드의 形狀, 두께 및 傳熱方法 등에 따라 고르지 못하므로, 타이어各部의 加黃度를 理想的인 밸런스로 맞추기는 매우 어려운 일이다. 内外의 熱源의 溫度, 壓力, 加熱時間 등 諸要素의 決定은各部의 要求特性(예컨대 트레드에서는 耐磨耗性, 耐cut性, 摩擦特性 등)에 맞도록 하는 동시에 또 加黃時間은 될수록 짧게 한다는, 서로 矛盾된 諸要求 등을 가능한 限 만족시키지 않으면 안된다.

일반적으로 타이어試作時에는 經驗적으로 보아 重要な 포인트에는 熱電對를 挿入하여 加黃時의 諸條件과 溫度分布, 溫度上昇의 關係를 조사하여 適正加黃條件을 구하고 있다. 물론 경우에 따라서는 各構成部分의 고무質에도 이 結果가 feedback 되어 配合이 調整되기도 한다.



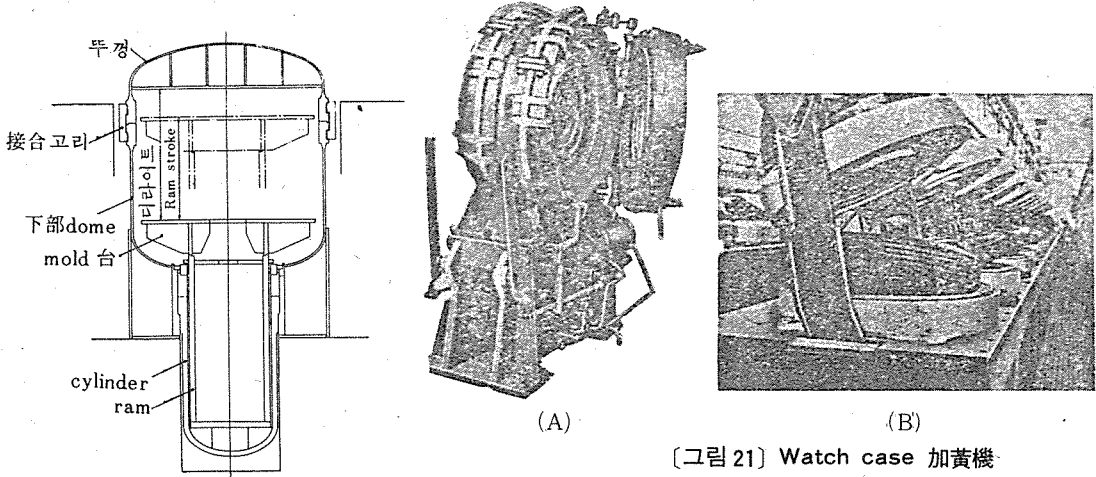
[그림 19] 2 cycle式 Post Cure Inflator

이와같이 하여 定해진 타이어 加黃條件은 각각의 타이어製造仕樣書로서 公認되는 동시에 貴重한 노하우로서 蓄積된다. 最近에는 이러한 加黃條件決定에도 컴퓨터가 많이 應用되고 있다고 한다.

나일론 타이어가 出現되면서 舊式인 Autoclave 式 加黃에서는 별로 알지 못했던 타이어收縮이, 單獨의 Watchcase 式 加黃機나 또는 특히 高溫加黃의 Bag-O-Matic 加黃機에서 눈에 띄기 시작하였다. 즉 加黃機에서 나온 타이어가 보고 있는 동안에 곧 收縮되어 트레드部의 中央이 오목하게 들어가서 逆 Crown 으로 되어 트레드 패턴의 홈 등이 닫혀버리게 된다. 따라서 그대로 冷却시켜 内壓을 넣으면 홈이 열리기는 하나 홈바닥에 無理가 생겨 走行中에 Crack 發生의 原因이 된다. 美國에서도 이와같은 現象이 큰 問題로 대두되었으나, 결국 加黃直後의 뜨거운 타이어에 内壓을 넣어 팽창시킨 다음 그대로 冷却시킴으로써 그 現象을 克服하게 되었다. 앞에서 설명한 포스트 인플레이터가 바로 그것인데, 正式으로는 Post Cure Inflator(加黃後膨脹裝置라는 뜻)라 하며, 加黃중인 타이어의 림 사이즈에 맞추어서 加黃機 한쪽에 1臺씩 準備해 두지 않으면 안된다. 트럭용 타이어의 경우에는 加黃時間 1 사이클의 冷却으로는 效果가 不充分하여 上下를 顛倒시켜 2 사이클 동안이나 放冷하는 大規模이므로 費用도 莫大하게 되었다(그림 19)

從來에는 타이어生産量도 적고 勞動力도 豊富하였으므로 타이어 加黃機는 여러가지 規格을 다 해낼 수 있는 Autoclave 가 全盛期였다. 즉, 이 Autoclave는 壓力가마에 水圧 Ram이 裝置된 것인데, 몰드를 收容하면 内壓配管에 連結하고, Ram 으로 밀어올려서 内壓에 의해서 몰드가 열여지지 않게 하였다(그림 20). 그리고 加黃이 끝나면 蒸氣를 완전히 뺀다음 冷却水로 일단 冷却시킨 다음 뚜껑을 열게 되어 있다.

比較的 小型인 타이어에는 Watch case 라는 垂直型 재킷식 熱盤에 몰드를 裝置하고 表裏에 2面의 몰드를 넣는 形式이나 또는 現在의 Bag-O-Matic 과 같이 左右로 2面의 몰드를 나



[그림 20] Autoclave

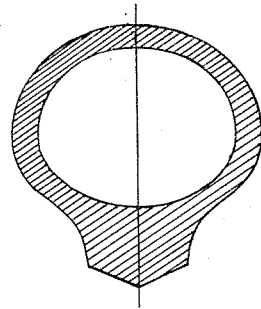
[그림 21] Watch case 加黃機

란하게 놓는 式의 加黃機가 많이 使用되었다 (그림 21).

Autoclave 의 경우는 Green 타이어를 처음부터 Shaping 하여 안에는 air bag을 넣어놓아야 한다. 즉, 백킹프레스라는 水平式 프레스로 타이어를 壓縮하면서 内部에 壓縮空氣를 넣어 Shaping 하고 事前에 프레스 안에 넣어 놓았던 air bag을 挿入하는 것이다. 그리고 加黃후 air bag을 꺼내는 것도 한가지 일이었다.

Air bag은 大略 그림 22와 같은 断面으로 되어 있으며, 두꺼운 inner tube라고 해도 좋을 것이다. 비드에 接하는 다리(脚)部分은 製品타이어의 비드形을 내기 위하여 實體와 같이 되어 있다. 過去에는 air bag도 天然고무配合이 있으므로 熱老化가 심해서 air bag의 點檢, 修理, 交替 등도 큰 일이었다. Air bag은 부틸고무가 나오면서부터 壽命이 늘어나게 되었으나, Bag-O-Matic 등이 나오게 되자 점차 사라지게 되었다.

Bag-O-Matic 등의 自動加黃機는 air bag 대신 bladder라고 하는 얇은 고무대를 機體에 미리 달아놓고 반복해서 使用하는데, Green case의 挿入 初期에는 Shaping 역할도 한다. 加黃이 끝나면 공기를 빼서 加黃된 타이어處理에 방해되지 않도록 접어둔다. Autoform은 bladder의 모양과 움직임이 다소 다르나 基本的으로는 같은 動作을 하는 것이며 世界的으로



[그림 22] Air bag의 断面

自動加黃機는 이 두가지로 兩分된다. 加黃機의 動作狀態를 간단히 살펴보면 그림 23과 같다.

Bladder는 air bag에 비해 두께가 얇으므로 熱傳導도 좋고 加黃時間을 短縮시키는데도 큰 效果가 있었으나, 더욱 合理化시키기 위한 加黃溫度는 점차 높아지는 傾向이 있어, bladder는 그러한 가혹한 條件을 감내하지 않으면 안 되었다. Butyl의 樹脂加黃 등의 劑期的인 開發이 없었더라면 現在와 같은 눈부신 發展은 없었을 것이다.

앞으로도 加黃에 대해서는 많은 研究가 거듭 되어 時間短縮, 合理化의 方向으로 나아가게 될 것이다. 最近 話題가 되고 있는 가스加黃도 그 한 예라고 볼 수 있다. 즉, Bladder內的 蒸氣에 다시 高壓의 inert gas(窒素 등)를 넣어서 남아있는 熱에너지를 다 利用하고자 하는

것으로서 美國의 Goodyear社에서 完成시켰다고 하는데, 매우 注目되는 프로세스이다.

타이어 몰드에는 加黃時에 트래드 패턴의 구석 등에 남아있는 空氣를 빼서 製品 타이어의 모양이 확실하게 나오도록 하기 위한 Vent hole (通氣孔)이 있는데, 押出된 製品타이어에는 이 Vent hole로 押出된 고무(Spew라 함)나 몰드의 이음매사이로 빠져져 나온 고무 등이 붙어 있어, 조금 과장한다면 흡사 고슴도치와 같은 모양을 나타내므로 商品化하기 위해서는 끝손질을 하여야 한다. 다음에는 끝손질 以後의 工程에 대해서 살펴보기로 한다.

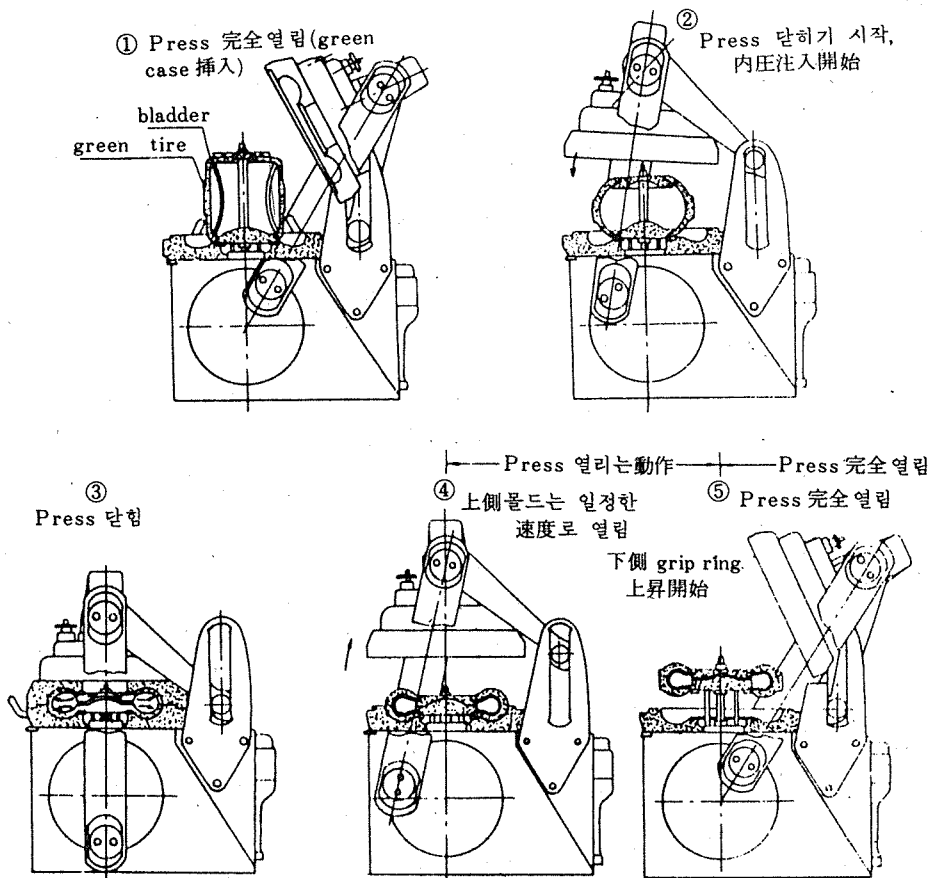
4. 타이어의 끝손질工程 및 其他

加黃 직후의 타이어에는 Spew와 틈사이로 빼

어져나온 고무 등이 있으므로 商品의 外觀上 이것을 除去하지 않으면 안된다. 이 作業은 타이어를 回轉시키면서 V型인 나이프로 깎아버려야 하나, 近代의 工場에서는 自動機를 導入하고 있다. 즉, 加黃, PCI(post cure inflator의 略字)를 끝낸 타이어가 큰베이어로 運搬된 다음 V 나이프, 櫛型 나이프에 의해 瞬間적으로 除去되어 깨끗하게 된다.

일반적으로 끝손질이 끝난 타이어는 外觀 등의 全般檢査를 받게 된다. 外觀檢査라 해도, 비드部의 触感檢査 등이 포함되어 있고, 또 단순히 外觀上의 흐름의 不良, 주름, 결침, 갈라진 것 등을 찾아낼 뿐만 아니라, 内部構造의 異常을 나타내는 각종 徵候도 敏感하게 알 수 있다.

그리고 乘用車用타이어, 트럭·버스用타이어, 航空機用타이어 등에서는 靜的 Unblance 測定



[그림 23] Bag-O-Matic Press 動作圖

이 있고, 특히 乘用車用에서는 Uniformity의 要求로 動的 Unblance와 各種 run out, force variation의 測定까지 하게 된다. Uniformity나 Unblance 測定의 온라인 設備은 콘베이어라인에 각각 機械가 設置되어 있으며, 修正 그라인더가 붙어 있는 Uniformity 測定機 등은 機械 自体도 상당히 크지만, 前後의 콘베이어라인 配置 등을 합하면 그 規模가 더욱 크게 된다.

乘用車用타이어에서는 한동안 現代的인 型으로 外側 Sidewall에 白色고무를 사용한, 이른바 White Side wall 타이어가 製造되었다. White Side wall에 使用되는 고무質에는 카본 블랙은 使用되지 않는다. 白色으로 윤택있게 하자면, 着色力, 隱蔽力이 強한 酸化 Titan 등을 配合해야 하며, 工場作業에서도 더러워지지 않게 잘 다루어야 한다. 또 한가지 문제는 隣接部分에서의 移行汚染인데, 적어도 타이어가 製造된 다음, 상당기간은 White 面에 汚染이 나타나서는 안되므로 構造나 고무質의 選擇에서는 특히 이 점을 고려하지 않으면 안된다.

White side wall 타이어가 1950年代에는 트레드의 끝에서 비드部까지 全面이 흰색이었으므로 타이어의 成型時부터 幅이 넓은 白고무의 sidewall을 사용하고 黑白의 境界에만 리본모양의 黑色고무테이프인 커버테이프를 붙여서 加黃후에 表面을 Buff 하여 黑白의 境界가 드러나게 했으나, 60年代에는 점차 그 幅이 좁아져서 White ribbon 이라고도 했는데, 이 때에는 成型時에 白고무 side의 위를 全面 커버테이프 로 싸고, 그 후에 White ribbon 幅만큼 그라인더로 buff 하여 白고무가 表面으로 나오도록 加

工하였는데 이렇게 함으로써 成型時에서 加黃前까지의 汚染問題가 많이 해결되었다.

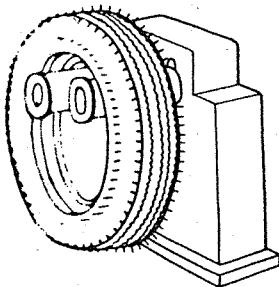
화이트사이드나 화이트리본은 이와같이 加黃후의 끝손질 工程에서 buff 工程이 필요하므로 grind buff를 均一하게 하자면 타이어를 팽창시켜 適當한 剛性도 유지시켜야 하므로, 어쨌든 自動 buff機도 하나의 작은 機械로 등장하였다. 또 buff粉을 무심하게 취급하게 되면 發火의 危險性도 있으므로 吸引處理나 送水管(duct)에도 充分한 注意를 요하게 된다. 그리고 화이트사이드 타이어의 끝손질 作業도 콘베이어라인화 한다면 黑色타이어와 별개의 라인이 필요하게 되므로 乘用車用타이어의 끝손질라인은 점점 複雜해진다.

이와같은 各種 끝손질 工程이나 檢査, 測定·選別 등을 끝낸 타이어는 rack에 넣어 倉庫로 운반된다. 그리고 一部 타이어는 出荷前에 랩핑 包裝되는 것도 있고, 또 自動車메이커에서 新車用으로 사용하는 tube type 타이어에는 튜브, 후랩 등을 타이어에 끼워서 出荷하는 경우도 많다.

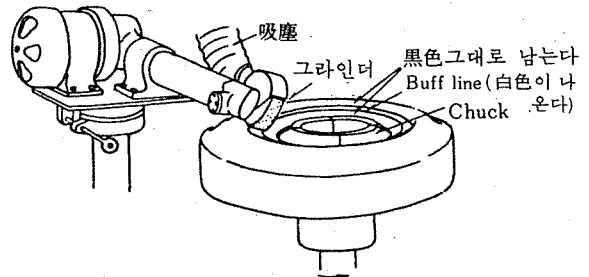
5. 타이어 工場

일반적으로 通用되고 있는 타이어 工場의 建物 및 設計 등에 관한 變遷을 살펴본다.

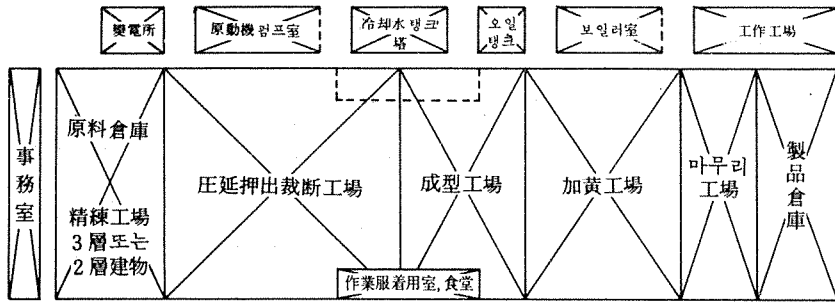
타이어를 家內工業的인 規模로 만들던 때는 그렇다하고, 過去에는 各工程이 각각 別個의 작은 建物로 分散되어 있거나, 또는 큰 建物을 나누어서 사용해왔으나, 그 후에는 5~6層정도의 普通빌딩과 같은 建物에 各工程을 分散配



[그림 24] 타이어 Spew 다듬질機



[그림 25] 타이어 Buff 機



[그림 26] 近代의 工場配置圖의 例

置하는 設計가 流行되기도 하였다. 1950年代에 는 고무의 都市, Ohio州 Akron 에서도 Good-year社의 工場을 비롯, Firestone, Goodrich 등 모두 그러한 形式으로 威容을 자랑했다.

그러나 高層配置에서는 아무리 해도 무거운 고무混練機, 캘린더, 加黄機 등이 1層에 配置되고, 中間工程에서 成型工程까지가 上層으로 올라가게 되어 中間部品이나 製品이 올라갔다 내려갔다하는 것을 도저히 避할 수가 없었다. 따라서 各種 專用리프트, 콘베이어, 運搬車나 포크리프트 등이 各 라인에 따라 움직이는 등 보는 사람으로 하여금 매우 신기한 機構로 되어 있었다.

그러나 결국 이와같은 복잡한 運搬을 아무리 해보아도 附加價值가 생기는 일은 아니므로, 1950年代末頃에는 現在와 같은 고무精練部門을 除外하고는 原材料의 搬入에서부터 製品倉庫, 出荷까지도 될 수 있는 限 원활하게 할 수 있도록 平家建인 建物에 配置하게 되었다. 그리고 卡본의 bulk handling 設備가 그 끝에 設置되어 있고, 또 工場에 따라서는 코드의 디핑 머신의 높은 塔이 솟아있는 등 多樣하나, 대체적으로 이와같은 정도로 變遷되어온 것 같다. 끝으로 典型的인 타이어工場의 Layout 例을 보면 그림 26과 같다.

☆

☆

☆

原稿募集

本誌에 掲載할 타이어 工業에 限한 原稿를 다음 要領에 依據 募集하오너 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

內 容 : 1. 經營, 經濟, 貿易, 技術에 관한 論文, 리포트 2. 體驗記 등

面 數 : 200字 原稿紙 50面 内外

稿 料 : 採擇掲載分에 對해서는 所定の 稿料를 드립니다.