

고무내림作業의 技術과 實際 (I)

編 輯 部

序 言

고무工場에 있어서 고무의 내림(素練) 및 混合, 내림고무의 管理가 얼마나 重要한 것인가는 새삼스레 말할 必要가 없다. 옛날부터 “고무工場의 盛衰는 로올러 技能工의 손에 달려있다”고 하는 말은 비단 옛날에만 通用된 것이 아니고 現在에 있어서도 確實히 否定할 수없는 事實이다.

여러種類의 合成고무가 使用됨에 따라, 또한 數많은 配合藥品이 出現되기도 하였지만 많은 고무工場에 있어서 고무의 配合技術은 많은 犧牲을 무릅쓰고 研究되고 있다. 그렇지만 고무의 내림(素練), 混合, 管理 및 熱入方法의 研究와 이에 對한 技能者의 養成과 指導에 關하여는 무척 輕視되고 放任되어 있는 工場이 相當히 많다는 것을 볼 수 있다.

내림(素練)이나 混合技術이 拙劣하기 때문에 配合原價에 相應하는 效果를 얻을 수가 없게 되든가 或은 加黃前에 高무를 스코오치시켜 材料費나 내림加工費를 浪費하는 일이 대단히 많다.

그러므로 品質管理面에서도 配合技術뿐 아니라 내림, 混合 및 熱入方法에 對하여도 많은 研究와 檢討가 必要하며 이를 疎忽히 取扱하지 않도록 새삼 銘心하여야 할 것이다.

1. 天然고무의 分子와 粒子 및 原料 高무

天然고무는 이소프렌單分子(C₅H₈)가 3,000個에서 5,000個나 重合하여 高무分子를 形成하고 있다. 이 고

무分子가 無數히 集合하여 高무粒子를 만들고, 이 高무粒子가 모여 原料高무를 形成하고 있는 것이다.

고무의 粒子는 一般의으로 球狀이지만 어떤 種類는 西洋梨狀을 나타내고 있다.

이 高무粒子의 크기는 0.04μ以下에서 2.0μ程度의 것 까지 있고 0.1μ에서 0.15μ의 것이 가장 많다.

原料高무 1.0g中에는 分子量 200,000(이소프렌分子 68×2,941個=199,988)의 高무分子가 300億個(3×10¹⁰)나 含有되고 있다. 다만, 이 分子量은 一定하지 않고 여러가지 條件에 따라 달라진다.

高무分 35%의 라텍스 1.0g중에는 6,400億個(64×10¹⁰)의 高무粒子가 含有되고 있다고 한다. 이 粒子를 球形으로 한다면 粒子의 平均 지름은 1,040μ이 된다. 이 高무粒子는 100萬~1,000萬個(10⁶~10⁷)의 鎖狀分子로 되어있다고 한다(staudinger氏에 따름).

1個 高무分子는 3,000~5,000個의 이소프렌分子(C₅H₈)가 重合하여 鎖狀을 이루고 있으므로 分子量은 204,000~306,000이란 計算이 된다.

原料高무는 上述한 바와 같이 無數한 高무粒子가 集合하여 만들어지지만, 이 高무粒子의 바깥쪽은 큰高무分子로 이루어지고 안쪽은 작은 高무分子로 이루어져 있다고 한다. 이 原料高무가 로올러 등으로 내림(素練) 加工되면 高무粒子가 于先 破壞되어 큰 高무分子와 작은 高무分子가 섞여진다.

高무分子는 이소프렌 單分子가 多數重合하여 긴 鎖狀을 이루고 있고 더욱 網狀狀態가 되어 서로 잡아 당기고 있지만, 내림(素練)이 進行됨에 따라 이 긴 分子가 차츰 切斷되어(解重合하여) 比較的 짧은 分子가 되어, 또 網目처럼 엉켜있는 分子사이의 잡아당기는 힘이 완만해져 차차 풀려져 간다. 그렇게 됨으로써 많은

고무분자중 작은 분자는 큰 분자 사이에 介在하여 潤滑劑와 같은 作用을 하고, 분자사이가 서로 움직이기 쉽게 된다. 그렇게 됨으로서 이 고무는 軟化되어 可塑性도가 낮아진다(可塑性이 크게 된다).

2. 내림(素練)의 技術

2.1 내림의 目的

고구製品은 여러 種類의 配合劑를 配合하여 만들어진다.

天然고구 뿐 아니라 어떤 合成고구일지라도 原料고구 그 自體에 바로 配合劑를 添加하여 混合分散(混練이라 함)시킬 수는 없다. 그 理由는 原料고구는 굳고, 可塑性이 적고, 粘性이 없기 때문이다. 또한 軟하고 可塑性도가 작도록 만들어져 있는 合成고구에 있어서는 粘性이 적으므로 곧바로 配合劑를 받아 들이기가 困難하다. 그러므로 合成고구의 分子鎖의 凝集과 영킨 것을 풀고 또한 合成할 때 乳劑로서 使用된 脂肪酸이라든가 樹脂酸을 分離 分散시켜, 軟하게 하고, 粘性을 附與하기 위하여 내림을 하여야 한다. 그러나 合成고구 중에는 全然 내림을 必要로 하지 않는 것도 있고, 또 굳기 때문에 特殊한 내림方法을 講究하여야 하는 것도 있다. 以上과 같이 고구의 내림은 必要하지만 어느 程度까지 내림하여 고구를 軟하게 하여 두면 되느냐 하는 것이 問題가 된다.

概略의으로 말하면 고구함량이 많은 고구의 境遇에는 主役은 고구이므로 지나친 내림을 하여서는 안되며 이와 反對로 고구함량이 적은 境遇에는 配合劑가 主役이므로 고구는 配合劑에 作用하여 cement와 같은 役割을 하기 때문에 고구가 十分 軟해지도록 내림할 必要가 있다고 한다. 實際面에서 이는 相當히 困難한 問題로서 고구함량이 많은 境遇에 내림(素練)이 適正치 않고 不充分하면 配合고구가 收縮하기 때문에 加工이 困難하고, 또 고구함량이 적은 境遇에 내림이 너무 지나치면 製品된 고구는 意外로 약하게 되는 등, 여러가지 支障을 招來한다.

또한 고구는 내림 工程 뿐 아니라 混練工程에서나 熟入工程에서는 내림과 같은 作用을 일으킨다는 것을 念頭에 두어야 한다.

2.2 내림機構

앞 물쪽의 面速度가 느린 普通의 로울러에 對하여 記述하고자 한다. 내림에는 高溫내림과 低溫내림으로 大別되지만, 이에 對한 詳細한 것은 後述하기로 하고 여기서는 普通으로 行하여지고 있는 比較的 低溫의 물로서 내림할 때의 機構에 對하여 살펴보기로 한다.

2.2.1 물에 있어서의 고구의 剪斷機構

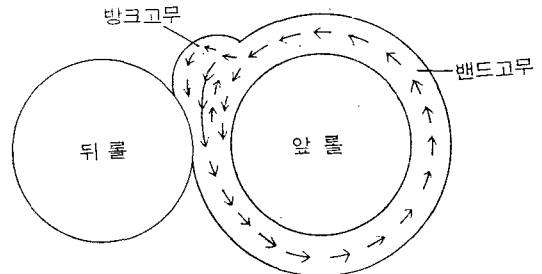
고구는 2本의 물사이에서 機械的인 壓縮剪斷力(壓縮變形)을 받아 그 剪斷力에 依하여 고구분자가 切斷(解重合)되어 고구의 可塑性도가 低下하고, 粘性이 나타나고, 軟하게 되어 내림의 目的이 達成된다.

물위에 얹혀있는 고구(방크고구라 한다)는 그 全量이 물에 依하여 壓縮變形을 받는 것이 아니고 물과 물사이의 間隙부와 그 上部에 있는 限定된 小部分에서 壓縮變形된다고 생각된다.

물의 壓縮力이 有效하게 作用하고 있는 이 部分의 고구량은 물의 有效내림容量이라고 일컬어지지만, 精密한 計算에 依하면, 물사이에서 加壓된 방크고구의 12%가 아래 쪽으로 押出됨에 不過하다고 한다.

물사이에서 壓縮되어 있어서 물表面에 接하고 있는 고구層은 아래 쪽으로 押出되고, 中心部附近의 고구層은 위 쪽으로 捲려 올라가는 狀態로서 流動하기 때문에 물에 沾겨있는 고구(밴드고구라 한다)는 強力한 摩擦力이 作用하여 고구의 내림(解重合-可塑化)이 行하여진다고 생각된다.

방크고구의 上部의 고구는 방크상에 遊離되어 있어, 剪斷力을 받지 않게 되므로 때때로 剝대기를 하여 어느 部分이나 물에 依한 剪斷力을 받도록 하여야 한다.



結論的으로 내림은 앞뒤 兩물에 依해 效果의으로 捲려서 방크고구의 內部的 流動摩擦과, 물의 간격에 있어서 壓延作用에 依한 剪斷應力, 即 물의 間격 通過에 依한 고구의 反覆 壓縮에 따를 彈性變形에 依한 것이라고 할 수 있다. 이 때 물의 間격은 내림 물의 壓縮變形에 關係하고, 間격이 커지면 壓縮應力은 작게 되어 내림 效果가 減少되므로 重要한 因子가 된다.

2.2.2 내림에 依한 고구의 變形現象

고구는 물에 沾면 처음에는 고구분자의 凝集力때문에 크랑부링(조각조각이 되는 것) 같은 現象을 일으킨다. 即 고구는 너덜 너덜하게 되고 또 部分的으로 뭉

쳐서 굳어지든지 한다. 이것이를 간격의 通過를 反覆함에 따라 可塑性이 低下하고, 차차 軟化 되어 밴드고무의 구멍이 消失하여 간다.

이 밴드고무의 구멍이 없어지는데 要하는 時間은 “밴드타임”이라고 일컬어지지만, 이 구멍이 없어지기까지의 狀態는 다음과 같이 생각할 수 있다. 내림되고 있는 고무는 물의 간격에서 大體로 앞뒤 물의 平均表面速度로 排出되고, 방크고무內의 摩擦은 물回轉比의 有無에는 關係없고 뒤 물은 앞 물보다 回轉이 빠르므로 물 간격에서 排出되는 밴드고무의 速度는 앞 물의 表面速度 即 앞 물의 卷取速度보다 빠르다 내림의 初期에 있어서는 고무의 收縮이 크므로 밴드고무는 收縮에 依하여 張力을 받는다. 即 밴드고무의 強度가 고무의 收縮力보다 弱할 동안에는 밴드고무는 收縮에 依해 구멍이 생긴다. 내림이 進行됨에 따라 밴드고무의 收縮力은 차차 弱해지므로 따라서 밴드고무의 구멍이 없어지게 된다. 더우기 내림이 進行되면 밴드고무의 表面에 光澤이 나고 고무는 점점 軟化된다.

내림의 溫度가 낮을 때에는 고무의 收縮率은 溫度가 높을 때보다 크지만, 고무의 強度가 收縮力에 比하여 比較의 크기 때문에(溫度가 낮기 때문) 低溫내림에서는 빨리 고무의 구멍이 없어지게 된다.

2.3 高溫내림과 低溫내림 및 내림促進劑使用 내림

2.3.1 3種의 내림方法

低溫내림이란 물溫度 40~50°C 程度로서 내림하는 것이고, 高溫내림은 114°C부터 그 以上の 溫度에서 내림하는 것이지만, 고무를 내림할 때, 低溫일 수록 고무의 抵抗이 크기 때문에 고무에 對한 剪斷作用이 잘 들게되어 低溫내림하는 것이 내림效果가 크다. 高溫에서 내림하면 겉보기는 大端히 軟한 고무가 된 것처럼 보이지만, 이것을 放冷하면 조금 굳어진다.

그러나 내림溫度를 높혀서 114°C 程度를 넘으면 이 번에는 反對로 溫度가 높을 수록 내림效果는 크게되고 放冷하여도 굳어지지 않고 軟化 된다.

이 114°C를 境界로 하여 114°C 程度보다 낮은 쪽은 機械的 解重合에 依한 내림이라고 일컬어진다. 即 이 114°C는 臨界溫度라고 말할 수 있다. 114°C보다 높은 溫度가 되면 酸素의 影響이 活潑해져서 酸素가 고무중 에 들어가서 고무의 긴 鎖狀分子를 切斷하여 간다. 即 化學的 解重合에 依해 내림 된다.

내림促進劑를 내림고무에 加하여 내림하여도 酸素와 같은 化學的 解重合作用을 하게 되는 것이고 이는 高溫에서 使用할 것이지만, 내림促進劑를 添加함에 따라 그 臨界溫度를 低溫쪽으로 移動시켜, 普通의 로울러에

있어서도 化學的 解重合을 시키는 것이 可能하다. 即 내림促進劑를 加하면 이 化學的 解重合을 일으키는 溫度가 約 80°C程度로 低下된다고 한다.

以上을 要約하면 低溫내림이란 114°C를 境界로 하여 그 以下の 溫度에서 내림하는 것이고 機械的내림이라고도 일컬어지며, 高溫내림이란 114°C 以上の 溫度에서 내림하는 것으로 化學的 內림이라고 일컬어진다. 前者는 114°C보다 낮으면 낮을수록 내림效果가 크고, 後者는 114°C보다 높으면 높을수록 내림效果가 크다. 그리고 내림促進劑를 使用한 내림이란 高溫에서 내림促進劑를 加하여 化學的內림을 促進시키는 것이다.

2.3.2 3種의 내림效果의 檢討

天然고무의 내림에 있어서 低溫 내림促進劑不使用내림과 高溫 내림促進劑使用내림에서 무으니粘度를 同一하게 하여도 低溫내림促進劑不使用내림한 고무는 高溫에서 내림促進劑를 넣어 내림한 고무보다 壓延시이트의 收縮이 적다. 그 理由는 低溫내림은 고무分子의 熱運動이 比較的 不自由한데 거기에 큰 機械的 剪斷力이 加해지기 때문에 고무分子가 잘 切斷(解重合)되고, 切斷部가 自由라디칼이 된다. 空氣中の 酸素에 依하여 安定化되고, 解重合된 可塑性내림고무가 얻어진다. 그러므로 물 溫度는 낮을 수록 可塑性가 有效하게 된다. 또한 이 때에 酸素 또는 其他의 라디칼과 反應하는 物質(내림促進劑)이 存在하지 않든지 또는 不足하면 고무라디칼끼리 再結合하든지 다른 分子와 結合하는 경우도 있고, 有效한 可塑性은 일어나지 않게 된다.

低溫내림에 있어서는 高重合度의 고무가 低重合度의 고무보다 機械的으로 解重合되는 確率이 크고, 같은 무으니 粘度에서도 分子量 分布가 달라진다. 即 低溫내림을 할 경우 分子量 分布가 좁다고 할 수 있다. 그런데 分子量 分布가 넓은 고무의 경우 一般的으로 膨脹이나 收縮이 크다. 따라서 低溫내림고무의 重合度 分布는 比較的 重合度가 작은 쪽으로 되는 경향이 있다.

高溫내림에 있어서는 空氣中の 酸素가 고무分子의 α炭素에 作用하는 것이 第一段階이지만, 이와 같은 化學反應速度는 高溫일수록 크다. 또 어느 고무分子에 對하여도 同一速度로 일어나는 確率은 적고, 오히려 熱運動의 活潑한 低重合度고무分子에 對한 反應이 加速度的으로 進行하기 때문에 結果로서 高溫내림고무의 重合度 分布는 比較的 平坦하고 低重合度의 것 보다도 高重合度의 것도 混合되어 있다고 할 것이다.

내림促進劑使用내림에 있어서는 내림促進劑가 라디칼로 分解되고 이것이 고무分子에 作用하여 可塑性을 進行시킨다. 따라서 반바리와 같이 比較的 酸素가 적은 곳에서 作用시키는 것이 내림促進劑에서 生成된 라디칼이 보다 有效하게 作用하게 된다. 이 可塑性反應

도 化學的反應이고, 高溫일수록 反應速度가 크다. 이 重合度分布도 比較的 平坦하다.

高溫내림은 低溫내림보다 可塑化效果가 떨어져서 時間的으로 빨리 可塑化되어 消費電力面에서 低溫내림보다 特徵을 지니고 있다.

高溫내림은 溫度의 差異에서 오는 可塑度의 變化가 큰 것도 管理上의 難點이지만 150°C 以上에서 내림하면 解決된다고 한다.

아세톤抽出量은 高溫내림을 하는 경우가 低溫내림할 때보다 많고, 또 高溫일수록 아세톤 抽出量은 增加한다.

高溫내림의 고무는 低溫내림의 고무보다 스크오치傾向이 크고, 더우기 高溫이 될수록 스크오치傾向은 顯著하다.

高溫내림의 고무는 低溫내림의 고무보다 初期加黃이 빠르다. 이것도 高溫이 될수록 顯著하다.

高溫내림의 것은 低溫내림의 것에 比較하여 모듈러스는 크고 伸張은 적다. 그러나 硬度는 거의 變하지 않고, 引張強度에 있어서도 별 다를 바 없다.

低溫내림한 고무는 遊離黃이 많아진다. 高溫내림의 고무는 保存中 可塑性의 低下가 크다.

高溫내림한 고무는 加黃速度가 빠르다 이것은 내림이 低溫내림의 고무보다 잘 되어 있지 않기 때문이다.

2.4 大氣中の 酸素와 내림과의 關係

天然고무는 100°C 以下の 加熱에서 空氣를 遮斷하면 解重合, 解聚合에는 顯著한 影響을 미치지 않고 軟化하지만, 萬一 空氣(酸素)가 存在하면 異狀한 軟化를 나타낸다.

내림效果를 크게 하는 要因은

- ① 機械的 操作(내림에 依한 고무分子의 剪斷)
- ② 熱의 影響
- ③ 酸素의 影響
- ④ 內림促進劑의 影響

表 2.1 機械的內림과 化學的 內림과의 比較

| | 機 械 的 | 化學的(內림促進劑) |
|-------------|---|--|
| 물 溫度 | 낮을 수록 有效 | 높을 수록 有效 (70°C 以上) |
| 內림에 있어서의 注意 | 普通 | 亞鉛華, 黃 등으로 加하면 效力이 減少되는 수가 있다 |
| 可塑度 變化 | 內림後 原狀으로 되돌아가는 일이 極少 | 內림後 原狀으로 되돌아가는 傾向이 제법 크다. |
| 加黃에 미치는 影響 | 普通 | 스크오치하는 경우가 있고 亞鉛華多量인 경우 架橋하는 內림促進劑 있음. |
| 加黃고무의 物性 | 引張強度, 伸張率, 硬度는 거의 變하지 않으나 set, 發熱等은 機械的 內림 쪽이 좋다. 耐老化性은 別로 變하지 않는다. | |

等을 들 수 있다.

이 酸素의 影響은 로울러 내림 중에 고무分子의 α炭素에 酸素가 附加하여 過酸化物을 生成하고 이것이 解重合의 原因이 되어 내림은 機械的으로 고무의 分子結合력을 弱하게 하고, 酸素에 依한 自動酸化를 促進시킨다.

내림된 可塑化고무를 放置하면 可塑度가 어느程度 原狀으로 돌아가며, 窒素가스중에서 내림한 것은 더욱 甚하다 恒久的인 安定한 可塑化에는 大氣中の 酸素가 決定的으로 必要하다 그것은 低溫내림에 있어서나 高溫내림에 있어서나 마찬가지이다.

3. 天然고무의 內림

普通 採用되고 있는 天然고무의 內림方法에 對하여 記述한다.

于先 로울러에 向한 몸의 姿勢에 對하여 말한다면 天然고무는 內림이 進行하기까지는 고무의 收縮力이 대단히 強하기 때문에 고무가 로울러에서 一部 벗어나 튕겨나오든가 몸의 中心部를 強打한다든가 하는 일이 더러 있다. 이를 防止하기 위하여 오른손잡이 사람은 오른쪽 다리를, 왼손잡이 사람은 왼쪽 다리를 한겨름 뒤로 빼어 로울러에 對하여 비스듬이 向하도록 姿勢를 取하고, 로울러에 向하고 있을 때에는 恒常 體位를 로울러와 平行이 되지 않도록 힘쓰야 한다.

添言할 것은 내림할 때나 混合할 때나 또한 熱入에 있어서 물에 손을 댈 때에는 손가락을 벌리지 않고 可及의 주먹을 쥐도록 할 것이며, 손가락이 물에 말려들어가지 않도록 注意하여야 한다.

以上の 두가지 事項은 로울러를 取扱하는 사람에게서 初步的인 注意事項이다. 물은 미리 40°C 程度로 豫熱되어 있는 것이 좋다. 그러나 내림을 시작하면 水溫은 上昇을 繼續하므로 可能한 限 잘 冷却하여서 내림하지 않으면 안되므로 使用에 앞서 豫熱하지 않는 경우도 있다. 그러나 아주 冷却된 물에 硬한 고무를 急激히 물리면 로울러를 損傷하는 일이 있으므로 조금 豫熱하여 두는 것이 좋다.

처음에 물을 조여서 고무를 2~3回 薄通하고 난 다음 물의 간격을 2~3mm 程度 열어서 내림을 繼續하여 行한다. 前者를 薄通이라 하고 後者를 卷練이라 한다.

卷練할 때의 물의 간격은 내림고무량에도 左右되고, 내림량이 적을 때에도 適當한 量이 물 위에 모일(방크 고무) 것이 必要하므로 물 간격을 좁혀야 된다.

11月頃부터 3月頃까지의 氣溫이 낮은 季節에는 고무를 30~40°C로 豫熱하여 두면 좋다.

물에 고무를 물리게 할 때에는 大齒車側에 물린다.

그래서 물의 大小와 強度에 따라 물리는 고무량과 方法과를 加減 調節하지 않으면 안된다. 지나치게 無理를 하여 冷水에 한꺼번에 多量을 물리게 하면 로울러를 破損시키든지, 로울러의 메달을 타(撻)게 하든지 또는 電流가 많이 흘러 모터를 損傷하든지 하는 일 이 있다.

처음에 고무를 물에 걸었을 때의 現象은 고무가 물의 간격을 通過하여 구멍 뚫린 毛布狀이 되고 방크고무가 되지 않는 동안에는 硬化現象을 나타낸다. 實際로 내림效果는 물위에 고무의 방크가 생기게 되면서 나타난다. 即 물위에 고무의 방크가 될 때까지는 고무는 引張되는지 壓縮되는지 하여 硬化한다. 그것이 차차 마무리되어 물 表面에 말려있는 고무(밴드고무)에 구멍이 없으지고, 軟化되어 光澤이 생긴다.

내림중에 고무를 均等하게 내림하기 위하여, 또 고무를 冷却하기 위하여 때때로 칼대기를 하여 고무를 뒤집어 주어야 한다. 그러나 칼대기를 할 때 注意할 것은 너무 크게 잘르면 물위의 고무에 不連續部分이 생긴다. 即 물 表面의 一部에 밴드고무가 생기지 않고 쉬게 된다. 이런 일이 자주 반복되면 同一時間 내림하여도 내림不足이라는 結果가 되고 물 내림의 熟練의 程度가 내림效果에 差異를 생기게 한다. 따라서 크게 잘을 때에는 물 表面이 쉬지 않도록 하여야 한다.

어느 程度에서 내림을 中止하느냐는 配合고무의 性質과 用途에 따라 다르다 이 때 잊어서는 안될 것은 配合劑의 混合中이나 熟入, 押出, 分出時에나 고무는 내림(素練)할 때와 마찬가지로 解重合作用을 받아 可塑度가 低下한다는 것이다. 또한 添言할 것은 내림고무의 表面이 희게 보일 때가 있는데 이것은 내림過多를 뜻한다.

4. 合成고무의 내림

4.1 合成고무의 내림에 대하여

合成고무는 天然고무에 비하여 내림에 의한 可塑化의 狀態가 대단히 다르다 이것은 合成고무의 分子의 構造, 組成, 平均分子量, 分子量分布 및 重合方法 등이 相違하기 때문이다.

고무의 내림에 의한 可塑化는 普通機械의 및 化學的으로 行하여지지만, 機械的 可塑化는 물의 機械的作用(剪斷力)에 의하여 고무의 分子鎖의 凝集 및 엉킨것이 解除되는 것 即 凝集 및 엉킨 것으로 인한 彈性部分을 없애고 더욱 分子鎖 및 分枝切斷 나아가서는 架橋構造의 崩壞에 基한 可塑化로써 나타난다.

化學的 可塑化한 可塑劑 및 軟化劑等的 作用에 의하여 分子間的 相互引張作用을 적게 하고 더우기 酸素나

내림促進劑와 같은 라디칼의인 化學化應을 일으켜 分子鎖를 切斷케 하는 것이다.

合成고무에는 上述한 바와같이 天然고무에 비하여 相當히 많은 分枝나 架橋構造가 存在하고 分子鎖의 強度도 그 構造單位體에 따라 다르기 때문에 機械的作用 및 化學的作用에 對한 舉動도 自然히 달라진다.

合成고무의 내림에 依한 可塑化의 變化는 上述한 바와 같이 主로 機械的作用에 依한 고무分子鎖의 凝集의 崩壞 및 架橋構造(겔)의 破壞 或은 生成에 起因하는 것으로 高溫내림에 있어서 더우기 酸素의 化學的作用 및 라디칼의 完定性까지도 考慮하지 않으면 안되지만, 分子鎖의 切斷은 天然고무에 비하여 困難하고 機械的인 作用은 主로 分子鎖의 凝集, 엉킨 것을 解除하는 것 分枝의 切斷 및 架橋構造의 崩壞에 基한 可塑化로써 나타난다.

合成고무 分子鎖의 切斷이라디칼은 어느 것이나 不安定하기 때문에 高溫내림에 있어서는 겔을 生成한다. 그래서 合成고무의 有效한 可塑化는 分子鎖의 凝集, 엉킨 것을 解除하는 作用과 切斷分子鎖片(라디칼)의 安定化 및 化學的作用에 따른 分子鎖의 切斷을 考慮하지 않으면 안된다. 그러므로 可塑劑 및 내림促進劑의 選擇利用의 合成고무의 可塑化에 있어서 重要한 問題이다 合成고무는 내림에 依한 可塑化가 困難하므로 適當한 可塑劑를 多量 使用할 必要가 생긴다. 또한 내림에 있어서는 물을 잘 冷却하고, 물의 간격을 特히 좁게 하고 또한 물에 거는 고무량을 天然고무의 경우보다 어느 程度 적게 하여야 한다. 普通 天然고무의 1/2~2/3량이 適當하다고 한다.

合成고무에서도 내림促進劑는 適用되지만, 天然고무의 경우보다 그 效果는 一般的으로 작다 特히 NBR같은 것은 거이 效果가 없다.

合成고무중에는 내림에 依한 可塑化의 低下가 困難하므로 미리 製造할 때 可塑도를 낮게한 것이 많이 있다. 예를 들면 天然고무의 무으니粘度가 90° 前後(85°~35°)입에 對하여 SBR의 大部分은 45°~60°程度로 되어 있는 것과 같다.

내림에 依한 고무分子의 切斷(解重合)의 難易도를 容易한 것부터 나타내면

天然고무 > CR > SBR > NBR (最困難)의 順이 된다.

그러나 미리 可塑도를 낮게끔 製造되고 있는 合成고무에 있어서도 내림이란 作業은 多少의 差가 있으나 必要한 것이다. 即 고무分子鎖와 乳化劑, 重合劑等を 보다 잘 分散 混合시키고, 軟化시키며, 粘着性(粘着性의 적은 것에 있어서는 特히)을 주기 위해서 이다.

以上을 總括하여 天然고무와 合成고무의 내림에 있어서의 作業을 比較하여 表 4.1에 나타낸다.

表 4.1 天然고무와 合成고무의 내림작업의 比較

| 加工條件 | 天然고무 | 合成고무 |
|----------------|---------|----------|
| 難 易* | 易 | 難 |
| 發 熱 | 小 | 大 |
| 내림促進劑 | 效果 있음 | 別로 效果 없음 |
| 내림이 原狀態로 되돌아 감 | 없음 | 있음 |
| 收 縮 | 小 | 大 |
| 粘 着 性 | 大 | 小 |
| 最 適 素 練 法 | 低溫(機械法) | 高溫(化學法) |
| 加 工 機 | 오픈 롤 | 반바리 |

* 天然고무를 100으로 하며 各種合成고무의 내림의 效力을 나타내면 다음과 같다.

| | |
|-------|-----|
| 天然고무 | 100 |
| C R R | 90 |
| S B R | 85 |
| I I R | 85 |
| N B R | 50 |

4.2 SBR의 내림

SBR의 내림은 NBR 程度는 아니지만 天然고무보다 相當히 困難하다.

SBR은 天然고무와 달리 乾燥性(드라이)이므로 粘着性이 거이 없기 때문에 高溫물에는 말려붙기 쉽다. 오히려 冷물 쪽이 빨리 平滑하게 말려 붙는다.

天然고무를 冷물에 걸었을 때에는 前述한 바와 같이 내림이 充分히 進行되기까지는 단단하고 너덜너덜하지만 同一條件 아래서의 SBR은 比較的 쉽게 平滑하게 내림되어진다.

SBR의 내림에서 注意할 것은 SBR은 高溫내림하면 比較的 빨리 表面이 平滑하여지지만, 이 경우에는 加黃後의 物理的性質이 나빠진다. 이것은 SBR特有的 現象으로서 겔生成이라 하며 高溫내림에 依하여 SBR의 코로이드狀態로 變化를 일으키기 때문이다. 이 겔은 타이어트래드 등에 있어서 龜裂生成, 其他的 物性的 劣化를 招來하며 一般的으로 바람직하지 못하다. 한편 겔化部分이 많은 것은 加工性を 좋게하고 카렌더나 押出의 作業時에 收縮이 적고 平滑한 生地가 얻어지므로 加黃後의 고무의 性質에 多少의 弱點이 許容된다면 逆으로 이 겔生成을 利用할 수도 있다.

물에 고무를 말아 내림하는 所謂 "卷練法"으로 長時間 내림하여 表面을 平滑하게 하여도 그것은 高溫에 依한 걸보기의 軟化現象으로 常溫이 되면 可塑性은 若干 原狀復歸하여 硬하게 된다.

SBR의 내림에 있어서 내림途中 一旦 고무를 放冷하여 冷물에서 얇게 再次 내림하면 天然고무의 내림과 비슷한 내림效果가 期待되고, 特히 SBR의 缺點인 粘着性的 不足이 어느程度 改良된다.

처음부터 低무으니粘度로 製造되어 있는 SBR은 重合度가 낮게 되도록 設計되어 있으므로 내림할 必要가 없겠지만 SBR의 重合時 使用한 分散劑, 乳化劑의 脂肪酸이나 樹脂酸의 分離와 混合 및 고무덩어리를 부서서 물에 잘 말리도록 하든지 반바리의 로우터에 잘 익숙게하기 위하여는 2~3回 薄通하여 내림하는 것이 좋다.

SBR의 무으니粘度에 對하여 다음이 重要하다. 即 元來 무으니粘度가 50°인 SBR 1500을 물에서 低溫내림하여 30°에까지 무으니粘度를 低下시키고 다음에 元來 무으니粘度가 30°인 SBR 1011을 使用하여 兩者에 對하여 同一配合으로써 同一條件下에 同一混合고무를 내림하였다고 假定한다. 이렇게하여 이 兩者의 壓延時의 收縮率을 比較하여 보면 SBR 1500을 低溫내림하여 얻은 것보다 SBR 1101을 使用한 쪽의 收縮率이 훨씬 크다. 더우기 高溫내림한 同무으니粘度의 批次끼리 比較하여도 그 무으니粘度를 低下시키는 方法에 따라 收縮率에 크다란 差가 생긴다. 即 내림促進劑의 使用量, 내림溫度의 高低等 同무으니粘度를 얻기에 이르기까지의 方法이 다르다면 무으니粘度와 收縮率의 사이에는 一定한 相關性은 없다.

即 SBR을 내림하는 경우 그 무으니粘度값과 收縮率의 사이에는 素材 및 내림方法과 對策이 같을 경우에만 一定한 相關性이 成立하고 무으니粘度 그 自體로는 收縮率을 推定하는 端緒는 될수 없다.

收縮率에 影響을 미치는 因子로서는 내림以外에 充填劑의 種類 및 配合量等도 있으나 收縮이 적은 良好한 操作性를 얻기 위하여는 어찌되었던 내림을 充分히 하지 않으면 안된다.

여기서 하이스티렌 SBR의 내림에 對하여 言及해 둔다. 普通的 SBR의 스티렌含有量은 大體로 23.5%이지만 하이스티렌 SBR의 스티렌含有量은 45~85%程度까지 이고 가장 많이 使用되고 있는 것은 54~65%의 것이다. 따라서 樹脂의 性質이 크므로 樹脂의 熱可塑性을 利用하여 물의 溫度를 80°C 程度로 올려서 내림하는 것이 좋다.

4.3 NBR의 내림

NBR의 내림은 天然고무보다 大端히 困難하고 이것이 NBR의 難點의 하나이다. 即 極性이 大端히 強하고 極性基 CN間的 相互作用에 依한 分子間的 結合에 너지가 크므로 내림效果는 적다고 한다. 또한 配合고무에 있어서도 分出한 고무는 12時間 乃至 24時間 以上 放置하여 두면 粘着이 되기 힘들고, 成形作業을 困難하게 하므로 分出한 NBR의 찌이트는 可及的 빨리 貼合(doubling)하든가 또는 成形하지 않으면 안된다. 이것도 CN基에 依한 結合에너지가 크기 때문이다. 그

래서 니트릴 CN의 함유량에 比例하여 내림이 困難해진다. 即 CN함유량의 큰 것이 硬하고 내림이 잘 듣지 않는다.

따라서 물의 간격을 작게하고 고무가 強靱하기 때문에 多量の 熱이 發生하므로 冷却水を 充分히 供給하도록 하여야 한다. 또 내림중의 發熱이 크므로 물에 거는 原料고무의 量은 天然고무보다 적게하고 約 1/2~2/3程度로 하여야 한다.

NBR의 함유질의 崩壞, 生成이 내림에 依한 可塑性의 舉動에 크게 影響을 미치는 것 같다. 低溫내림에서는 내림時間과 함께 殘含有量은 顯著하게 減少하고 可塑性도 低下한다. 더욱 高溫내림에서는 殘含有量은 一旦 減少하지만, 再次 增加하는 傾向이 있다. 이것은 내림에 依해 于先 질이 崩壞하고 그 結果 생긴 分子鎖 切斷片(자유 라디칼)이 不安定하기 때문에 더욱 溫度의 作用에도 힘입어 라디칼의 再結合하는 것에 緣由한다고 생각된다. 따라서 前期의 겔과 後期の 겔에서는 그 性質이 다르다고 생각된다. 事實 前期와 後期の 겔에 對하여 30°C의 벤젠중에서 膨潤度(重量增加)를 測定하였드니 後期の 겔은 대단히 크게 되었다. 이는 初期의 타이트한 겔이 내림에 依해 崩壞하고 그 때 생긴 자유 라디칼의 反應에 依하여 무오즈한 겔이 되었다고 생각된다.

NBR에 對하여서는 내림促進劑를 加하지 않고 低溫 물에서 내림하는 것이 가장 좋은 結果를 나타낸다.

NBR은 아무리 내림을 잘 하여도 天然고무처럼 表面이 그렇게 깨끗하게는 되지 않으므로 빠른 狀態에서 混合에 移行하면 粉末이 고무중에 混合하여 가는 作用에 따라 내림이 促進되고 同時에 表面이 깨끗하게 되고 또 硬하게 된다.

4.4 IIR의 내림

IIR은 不飽和도가 極히 작은 分子構造를 갖고 있으므로 내림效果는 적다 따라서 많은 種類의 IIR은 低粘度로 製造되어 있다.

이 내림에 依한 아주 작은 可塑性은 主로 機械的인 剪斷力과 溫度에 依한 分子의 凝集, 엉킨것의 解除, 分子鎖의 切斷에 依한 것이고 酸化의인 分子鎖의 切斷은 적다.

分子內的 凝集력이 작고 또한 網狀構造도 적을 뿐더러 溫度를 높이면 잘 軟化하기 때문에 내림效果는 적게 된다. 그러므로 내림은 元來 不必要하다고 하지만 SBR의 내림에서 記述한 것과 같은 理由로 IIR의 내림도 조금은 必要한 것이다.

高溫素練法에서 내림促進劑를 添加하면 어느程度 낮은 粘度가 얻어진다고 某合成고무製造會社의 판프레트에는 쓰여 있으나 實際面에서 採用되는 것은 적고 效

果도 그다지 없는 것 같다.

IIR은 軟性고무이지만 물에 粘着하기 힘들고 또 粉末이 들어가기 어렵기 때문에 처음에 冷水에서 물 간격을 좁혀서 少量의 IIR을 걸면 물에 粘着한다. 그래서 補強劑를 少量 加하여 내림하면 粉末때문에 고무는 내림되어 물에 잘 粘着하게 된다. 그리고 나머지의 고무를 加하여 내림하고 또 나머지 配合劑를 徐徐히 加하는 方法을 擇하면 比較的 빨리 配合劑가 分散되어 간다.

IIR은 다른 合成고무보다도 冷 물쪽에 粘着하기 쉬운 性質이 있으므로 天然고무의 경우와는 反對로 뒤를 앞 물보다 10~15°C 程度 高溫으로 하면 좋다.

내림效果가 적은 IIR은 오픈롤에서 내림하는 것보다 반바리에서 내림하는 것이 適合하다 後述하지만 IIR의 混合은 반바리내림을 하는 것이 原則이므로 내림工程도 반바리에서 行하는 것이 適合하다.

반바리에서는 램의 壓力을 올려서 내림하는 關係로 또 고무가 軟하기 때문에 젓기량은 오픈롤내림의 경우와는 反對로 많도록 하는 것이 좋다.

添言하건데 하로겐화 IIR은 硬하므로 特히 잘 내림할 必要가 있다.

4.5 EPDM의 내림

EPDM은 내림에 依한 分子鎖의 切斷崩壞가 일어나기 어려운 고무이다.

EPDM은 무오니 粘度가 높은 것이 많으므로 最初의 單純한 薄通만으로는 簡單하게 물에 잠기지 않는 경우가 많으므로 充填劑를 넣기까지의 豫備作業으로서 充分한 내림을 必要로 한다.

EPDM의 내림을 機械的인 剪斷力을 살려서 分子가 엉킨 것을 解除하는 作業이 主가 되므로 내림에 있어서는 물 溫度는 可及的 낮추고 물 간격은 조우는 것이 바람직하다.

내림作業으로서 처음에는 물 간격을 좁혀서 조금 열린 狀態에서 全部의 고무를 通過시키고 다음에 한것 좁힌 狀態에서 5~6회 通過시키면 물에 말려진다. 그리고 물의 간격을 조금 넓혀 뒤물에 잠기게하고 방크 고무가 생기게 되도록하여 混合에 옮긴다고 쓴 文獻도 있으나 前述한 것과 같이 充分히 내림을 하지 않으면 물에서의 混合은 相當히 困難하다.

IIR이나 NBR같이 一般的으로 내림이 잘 되지 않는 고무에 있어서는 내림이 不必要하다고 일컬어질 程度이다. 即 IIR의 章에서 記述한 것 처럼 新고무가 물에 잠기면 곧 充填劑를 徐徐히 加하여 내림하고 粉末의 도움을 얻어 可塑性과 混合을 同時에 하면 좋다.

EPDM은 반바리에 있어서는 高溫에서 可塑性이 進行되고 混合이 쉽게 行하여지므로 IIR와 같이 반바리에 依한 混合이 適合하다.

| | 네오프렌 GN系 | 네오프렌 W系 | | |
|-----------|----------|-----------|-------------|-------------|
| 彈 性 相 領 域 | 常溫~71°C | 常溫~79.3°C | 물에 잠긴다 | 너어브가 强하다 |
| 粒 狀 相 領 域 | 71°~94° | 80°~94° | 물에 粘着 한다 | 너어브가 약하다 |
| 可 塑 相 領 域 | 94° 以上 | 94° 以上 | 물에 粘着하지 않는다 | 너어브가 아주 약하다 |

要는 EPDM의 오픈롤 혼합은 實際로 매우 困難한 것이다.

4.6 CR의 내림

CR도 極性이 NBR에 이어서 크고, 分子가 強靱하므로 내림作業의 初期에 있어서 急激히 熱을 發生하고 고무의 溫度가 上昇하여 軟하게 되어 내림效果가 激減하여 分子의 解重合이 行하여지기 어렵게 된다.

低溫내림에서는 可塑性은 低下하지만 高溫내림에서는 逆으로 可塑性은 上昇하고 彈性이 增加하며 即 結合有量이 甚히 增加하는 傾向이 된다. NBR의 경우와 마찬가지로 切斷分子片(자유 라디칼)의 不安定에 依한 再結合의 結果 架橋構造가 生成하기 때문이라 생각된다.

CR은 合成고무중에서 素練舉動이 가장 天然고무와 비슷하지만 다음과 같은 天然고무와는 다른 素練特性을 갖고 있다.

- 1) 結晶性이 높기 때문에 素練이 잘 되며 그 順位는 W>GN>WRT→(좋지 않다)
- 2) 低溫에 限한다. 高溫에서는 重合이 進行될 念慮가 있다.
- 3) 種類, 名稱에 따라 熱特性이 顯著하게 다르다 表 4.2에 詳細한 것을 나타낸다.

CR의 내림은 彈性相領域의 溫度範圍內에서 行하지 않으면 안된다. 같은 結晶性의 높은 고무라도 天然고무는 極性結合이 아니므로 唯선 低溫에서 充分히 可塑性化된다.

CR은 NBR, IIR, BR 등과 달리 물 溫度가 70~80° 程度에서 물 粘着(混合고무도 마찬가지이다)이 되므로 내림 물은 充分히 冷却하는 것이 必要하고 그러므로 내림 量을 天然고무의 경우보다 적게 할 必要가 있다. 萬一 내림이 끝나기 前에 고무의 溫度가 上昇하고 軟化되는 경우는 一旦 高무를 물에서 들어내어 冷却시킨 다음 再次 내림하도록 하는 것이 좋다.

물의 간격을 天然고무의 境遇보다 좁게 하지 않으면 안된다. 따라서 한꺼번에 내림하는 量을 적도록 한다. 後述하지만 물 위의 고무의 量이 重要하기 때문이다.

네오프렌 G 타일은 天然고무와 흡사하고 冷물 내림으로 製법 粘度가 低下한다.

네오프렌 W 타일은 G 타일보다 더욱 可塑性의 低下가 緩慢하다. 또한 W 타일은 내림 效果가 거의 없으므로 물에 잠기면 곧 바로 混合을 始作하여야 한다.

반바리混合에 있어서 다른 種類의 CR을 2種 併用하는 境遇에는 로울러로서 내림하고, 잘 blend시키고 난 다음 반바리에 걸면 좋다.

CR와 BR처럼 軟한 高무를 併用하는 때에는 CR만 로울러로서 내림하고 난 다음 반바리에 걸고, 이어서 BR 등의 軟한 高무를 加한다. CR와 BR을 同時에 반바리에 넣으면 BR이 軟하기 때문에 CR와 잘 blend 되지 않고, CR의 덩어리가 남는 수가 있다.

WD나 ES70같이 硬性的 CR은 로울러로 내림하고 난 뒤, 반바리에 걸 必要가 있다.

4.7 BR의 내림

BR은 NR보다도 機械的 및 化學的(酸化) 解重合에 對한 抵抗性이 本質的으로 極히 크다.

合成고무 중에서도 SBR은 NR程度는 아니지만, 내림함으로써 무으니可塑性을 相當히 低下시킬 수가 있다. 그러나 BR은 表 4.3과 같이 내림效果가 나타나기 어려운 고무이다.

表 4.3에서 보는 바와 같이 BR의 내림 效果는 거의 없다고 할 수 있다.

表 4.3 NR, SBR, BR의 내림 效果 (무으니 粘度 ML₁₊₁100°C)

| 내림 時間 | NR | SBR | BR |
|-------|----|-----|----|
| 0分 | 95 | 53 | 45 |
| 5分 | 38 | 38 | 44 |
| 10分 | 6 | 6 | 43 |

BR은 물에 걸면 조각 조각이 되고 좀처럼 한덩어리가 되기 힘들다, 高 cis BR은 물에 말려붙어 滿足스럽게 作業이 되기에는 적어도 約 40~50°C의 좁은 溫度範圍가 必要하다. 또 低 cis BR의 境遇에는 이보다 高溫이 좋고 70~80°C가 適合하다고 한다.

고무에는 CR의 項에서 說明한 바와 같이 셋의 相(phase)이 있음이 알려져 있다. 마찬가지로 BR에 있어서는 高 cis BR로서는 40~50°C의 사이가 彈性相이고, 50°C 以上에서 粒狀相으로 바뀌고, 더욱 高溫에서는 可塑性相으로 轉化하여 간다. 또 低 cis BR의 彈

性相은 30~40°C이고, 彈性相에 있어서는 樹脂的作用이 있으므로 高 cis BR 보다 낮아진다고 일컬어지고 있다.

素練이나 混練도 低 cis BR쪽이 高 cis BR 보다 高溫이 適用된다.

低 cis 即 trans BR인 디엔라버와 같은 60~70°C의 中間溫度에서의 내립을 要求하는 것과, 高 cis(high cis)型和 같이 35°C 前後의 低溫이 適當한 것이 있다. 即 素練適當溫度는 高 cis BR로서는 35°C, 低 cis BR로서는 60~70°C이다.

그러나 一般的으로 보아서 콜드프로우의 性格이 있는 것으로 알 수 있듯이 IIR에 많은 내립效果가 거의 없는 고무이고 내립이라기 보다는 豫備素練에 依한 狀態變化 乃至 내립促進現象이라고 할 수 있고, NR이나 SBR같이 解重合이라고 하는 構造變化에 까지는 到達하고 있지 않다.

Trans型 即 低 cis BR로서 結晶性的인 큰 디엔고무가 cis型無定形的인 high cis 고무보다 高溫을 必要로 하는 것은 當然함과 同時에 내립效果는 다른 스테레오고무에 比하여 조금 크다.

合成고무로서는 一般的으로 내립工程을 省略할 수 있도록 미리 藥品의 分散에 適合한 무으니粘度, 即 40°C前後 乃至 50°C 前後 程度의 것으로 製造되어 있는 고무가 大端히 많다. 例컨대

| | | |
|-----------------|-----|--------|
| SBR | 50° | 무으니 粘度 |
| JSR BR 01 | 45° | " |
| Cariflex BR 10 | 45° | " |
| Diene 35 NF | 35° | " |
| Nipol 1220 | 37° | " |
| Esso Butyl 365 | 41° | " |
| Tufdene 2000R | 45° | " |
| Cariflex IR 305 | 55° | " |
| NR RSS #2 | 95° | " |

와 같다.

以上과 같이 새로운 고무의 무으니粘度는 모든 通常의 混合操作에 適合하기 때문에 配合劑 混合에 必要한 可塑度 低下를 目的으로 한 내립은 必要없다고 한다. 그러나 SBR의 項에서 記述한 바와 같이 簡單한 내립은 必要하다. 即 合成고무 製造에 使用된 藥品類의 分散을 爲해서도, 또한 粘着性이나 부드러움(軟)을 주기 위하여서도 必要하다.

BR配合고무의 加工性은 平均分子量과 分子量 分布의 狀態에 따라 정하여 진다.

NR이나 一般的인 合成고무에는 내립效果를 促進하기 爲하여는 때때로 내립促進劑가 利用되지만 BR에는 거의 使用되지 않는다. BR의 내립에 있어서 內립促進劑를 使用하면 大幅의인 무으니粘度의 低下가 期待되지만

이 경우에는 cis와 trans의 異性化가 일어나고 폴리머젠이 發生하든지 하여 그 때문에 物性이 相當히 低下하는 傾向이 있다고 한다. 따라서 BR에의 內립促進劑의 使用은 避하여야 한다.

4.8 IR의 內립

IR도 混合 및 加工作業을 容易하게 하기 爲하여 內립이 必要하지만, IR의 內립은 普通 50~60°C程度의 水中에서 1~2分으로 끝내며, 쉽게 될 수 있는 것이다. 或은 또 IR은 낮은 初期 무으니粘度로 되어 있으므로 內립은 거의 必要하지 않다. 即 쉽게 물에 달려 붙는 だ.

그러나 某社의 오래된 카다로그에는 100% IR을 반바리로 混合하는 경우에는 內립促進劑는 없어서는 안되는 것이다 라고 하며 또 IR이 併用되는 경우, 25% 以上 블렌드되는 경우에는 內립促進劑를 加하는 것을 推奨하고 있고, 반바리에서 內립促進이 잘 되지 않으면 고무가 누더기처럼 붙어 分散이 나쁘게 된다고 記 録되어 있다.

그러나 內립促進劑를 使用할 必要는 없다. 또한 內립으로 因하여 쉽게 切斷되는 것도 IR의 特徵으로 하는 것이다. 元來 IR의 分子量은 NR보다 한계단 적다 即 分子量은 NR의 10⁶⁻⁷에 對하여 IR은 10⁵⁻⁶이라고 한다.

4.9 실리콘고무의 內립

一般的으로 베이스고무(고무뿐인 것)의 경우에나, 콤파운드고무(加黃劑以外的 配合劑를 미리 混合하여 發賣되는 것)의 경우에도 고무를 물에 卷取되도록 하기 爲하여는 可塑化할 必要가 있으므로 內립을 하지만, 실리콘고무의 內립은 一般의 고무에 比하여 困難하다. 即 可塑도가 急激히 低下하여, 物面に 粘着하고, 物操作이 困難할 뿐이 아니라 加工性도 나빠지므로 可塑度の 異狀한 低下를 가져오지 않도록 注意하지 않으면 안된다.

그의 內립은 콤파운드의 經時日數에 따라 다르지만, 一般으로는 10~15分으로 充分히 可塑化된다. 萬一 그 以上の 時間을 要하게 되면 그 콤파운드고무는 크레이프硬化를 일으키고 있다고 생각하여도 좋다.

4.10 에피클로로히드린고무의 內립

에피클로로히드린고무에는 에피클로로히드린의 호모 폴리머 CHR과, 에피클로로히드린과 에틸렌옥시드의 物비 1:1로서 되는 CHR의 2種이 있다.

CHR은 무으니粘度가 지나치게 낮기 때문에 물에의 粘着이 相當히 심하나 CHC는 反對로 너털너털하게 되어 물에 좀처럼 달려 붙지 않는다. 따라서 內립의

初期에 適當한 粘着劑를 使用하든지 或은 CR系 고무를 少量 블렌드하든지 또는 CHR을 블렌드하든가의 方法을 써서 물에의 卷附性을 改善하는 것이 必要하다

CHR 및 CHC는 CR와 같은 내립效果가 있고(CR의 내립效果는 NR 다음으로 크다) CHR 쪽이 CHC 보다 이 傾向이 크다. 即 CHR 쪽이 CHC에 比하여 내립效果가 크다.

CHC는 溫度를 높이면 내립效果가 좋아진다.

에피클로로하이드린고무의 내립에서는 勿論 主鎖의 機械的切斷도 일어나지만 클로로메틸렌基 $\text{CH}_2\cdot\text{Cl}$ 의 凝集을 破壞하는 效果도 無視할 수 없다. 따라서 高溫내립의 CHR은 어느 程度 素練以前의 狀態로 復歸(素練戻)하는 現象을 나타낸다.

5. 내립條件에 關한 問題

5.1 내립 물의 溫度

原料고무를 내립할 때의 물의 溫度는 可能的한 限 낮은 것이 좋지만, 高溫에서 短時間 내립하는 것이 좋다고 主張하는 사람도 一部 있다. 一般적으로 英國式에서는 低溫내립을 主張하고, 美國式에서는 高溫내립을 主張하고 있는 것 같다. 고무를 高溫에서 내립하면 빨리 軟하게 되지만 이를 放冷하면 可塑性이 低下하여 硬하게 되는 傾向이 있으므로 좋지 않다. 물의 溫度는 낮은 쪽이 좋다는 것이 原則임을 알아 두어야 한다.

내립할 때의 물의 溫度는 40~50°C가 適合하고, 높아도 60°C 程度에 끝이도록 물로서 冷却하지 않으면 안된다. 내립되고 있는 고무의 溫度는 勿論 물의 溫度보다 10°C~15°C 높아져 있는 것이 普通이다.

물의 溫度가 높으면 고무가 軟하게 되기 때문에 고무에 對한 물에 依한 剪斷力이 弱해지고, 물의 내립效果는 低下한다. 反對로 물의 溫度가 낮으면 고무는 硬하므로 고무에 對한 물의 抵抗이 強해져 물의 내립效果가 좋게 되는 理致이다.

위의 것을 證明하는 實驗으로서는, 適當한 오픈몰에서 15分間 내립하여, 12時間 放冷하는 操作을 4回 반복하였드니(計 60分 내립) 連續 2時間 내립한 것과 同一한 可塑性이 얻어졌다고 한다.

고무의 溫度를 上記와 같은 適當한 溫度에서 漸次 上昇시켜가면 내립效果는 減少하고, NR로는 100~120°C 근처에서 가장 可塑化效果가 적어진다. 그러나 그 보다 溫度가 높아지면 反對로 내립效果는 漸增하고 140~160°C가 되면 大端히 好轉된다. 그래서 電力의 消費量도 적어지고 能率의이다. 이 低溫내립과 高溫내립의 限界는 約 114°C라 한다(115°C라고 發表되어 있는 것도 있다). 即 114°C 以下에서의 내립은 低溫인

수룩 좋고 114°C 以上에서는 高溫일수록 내립 效果가 크다.

그러나 그와 같은 高溫에 있어서의 내립作業은 普通의 오픈몰에서 뜻대로 잘 되지않고 所謂 密閉式混合機라든가 押出式素練機인 골드프라스티게이터 등을 適用하면 適合하다. 實際 골드프라스티게이터에서 내립되어 나오는 고무는 160°C에서 170°C程度 되어 있고 特有의 고무냄새를 發하고 白煙조차 낸다고 한다.

附隨하여 藥品混合中の 물의 溫度에 대하여 言及하면 이 때의 溫度가 높으면 混練終期에 고무가 스크오치될 수가 있고 또한 그 고무의 熱履歷을 나쁘게 하므로 混合中에 있어서는 내립중의 물 溫度以上으로 注意하지 않으면 안된다. 내립(素練)에 바로 이어서 混合을 行하는 方法이 자주 採用되고 있는 바, 이 方法에서는 물의 溫度를 充分히 低下시키기 어려워 고무가 스크오치될 危險을 없애는 것이 相當히 困難하다. 따라서 내립後 로울러에서 고무를 들어내고 熟成시켜 冷却期間을 두어서 混合에 들어가는 方法이 좋다.

그러나 카아본블랙을 多量으로 配合할 때에는 고무의 溫度를 높게 保持하므로써 配合劑의 分散이 좋게 되고, 良好한 結果가 얻어진다는 報告도 있다. 理由는 카아본블랙을 混合하면 고무는 조금 굳어지기 때문이다. 또 白色고무를 내립할 때 配合劑를 混合함에 있어서는 물의 溫度를 너무 冷却시키지 않는 것이 좋다. 即 고무의 色도를 맞추는 點에서는 高溫물 쪽이 좋은 結果를 가져온다고 한다. 그러나 고무의 溫度가 높게 되면 고무는 軟하게 되고 配合劑의 分散이 나빠지는 것을 잊어서는 안된다.

現在에서는 極히 드문 일이지만 야교를 고무에 混合할 때에는 야교를 물에 浸漬시켜 膨潤된 고무에 混合하는 것인데, 이때는 特히 물의 溫度를 低下시켜 두지 않으면 안된다. 即 물의 溫度가 높으면 물에 粘着하고 混合에 時間이 많이 걸리기 때문이다.

내립중, 고무의 表面에 光澤이 없고 희게 보일 때가 있는데 이것은 고무의 溫度가 높기 때문이다.

내립중의 고무의 溫度가 上昇하는 原因으로는 다음을 들 수 있다.

- ① 물에 통하는 물의 量이 적다는 것
- ② 물에 통하는 水溫이 높다는 것
- ③ 물에 거는 原料고무의 量이 많다는 것
- ④ 물의 回轉比가 크다는 것
- ⑤ 물의 간격이 크다는 것(고무반도의 두터운 것)

5.2 로울러 冷却法

로울러를 잘 冷却하여 내립하는 것이 내립效果가 크다는 것은 即述하였지만, 이에 關聯하여 여기서는 로울러의 冷却法에 對하여 詳述하고자 한다.

로울러로서 고무를 내림하면 고무의 内部摩擦때문에 고무의 溫度가 높아지기 때문에 물 内部에 冷水를 통하여 물을 冷却하고, 고무의 摩擦熱을 물에 傳導시켜 고무의 溫度를 높이지 않도록 하는 것이다.

물의 冷却에 使用되는 冷却水로서는 샘물 또는 水道물이 주로 使用되지만 水道물은 10~27°C程度이고 여름철에는 25°C以上으로 上昇하므로 冷却水로서는 不適合하다 샘물은 普通 四季節을 통하여 14~18°C程度(16~17°C의 경우가 많다)로 最 適合하다. 샘물과 冷却廢水의 合併水를 使用하는 경우는 20~24°C程度이지만 많은 경우 샘물과 合併水와는 로울러, 반바리, 押出機카렌더프레스等に 對하여 各其 使用를 區別하고 있다.

冷凍水가 使用되는 수도 있지만 이 경우는 某大工場처럼 7°C와 16°C라고 하듯이 2種類의 冷却水를 準備하여 合理的으로 區分하여 使用하면 效果의이다. 크다란 반바리나 카렌더로울러나 오픈로울러 등이 多數 裝置되어 있고 多量의 冷却水가 使用되는 工場에서는 冷却機를 裝置하는 것을 極力 勸奨한다.

고무工場에 있어서 冷水가 豊富하게 그리고 經濟的으로 얻을 수 있다는 것은 무엇보다 바람직하다고 아니할 수 없다.

冷却水가 물에서 放出될 때의 溫度는 例컨데 普通 23~35°C程度이지만 때로는 43°C까지도 達한 때가 있음을 20×60in 산드로울러(물 두께(肉厚) 25mm程度)에서 經驗한 바 있다.

冷却水는 普通 水平 水파이프를 통하여 2~3m의 헤드에서 물 안으로 들어가지만, 特히 強制冷却이라 하여 물을 壓入하는 方法을 擇하면 冷却效果는 커진다.

冷却水를 물의 內腔中에 導入하는 파이프는 普通 大部分 파이프의 先端에서만 물이 나오도록 되어 있으나 이래서는 물의 全體를 均等하게 冷却하기는 어려움으로 파이프의 先端은 閉塞하고 물의 內腔中에 있는 파이프 全體 길이에 걸쳐 비스듬히 윗쪽을 向하여 90°의 角度로 2列로 噴射하여 放水하도록 하는 것이 좋다. 또한 放水孔의 간격은 50~75mm 정도로 해 두면 좋다. 이때 파이프의 先端은 막아두었으므로 先端쪽의 水壓이 높으므로 先端에 갈수록 放水孔의 지름을 작게 하고, 가늘게 하든가 或은 孔 사이의 거리를 조금 길게 해 두든가 등을 考慮할 必要가 있다.

다음의 물의 두께(肉厚)와 冷却效果에 對하여 記述하면, 金屬壁의 두터운 것이 熱의 放熱(물의 冷却)을 妨害하는 因子라고 생각하고 있는 사람이 있으나 이것은 틀린 생각이며, 金屬中에 있어서의 熱傳導度에 對하여 金屬의 두께는 極히 조금 밖에 影響을 미치지 않으므로 그다지 問題視할 必要가 없다.

물의 冷却에 있어서 輕視되기 쉬우면서도 重要的인 것

은 로울러의 內壁의 狀態이고, 물의 外表面積은 內表面積의 거의 2배에 가깝고 따라서 外表面上에서는 대단히 많은 熱을 吸收하지만 그에 比하여 熱을 放散하는 內表面積은 좁으므로 放熱(冷却)은 完만하다. 더우기 물의 內壁面은 대단히 粗雜하고 또 따뜻한 물이 물의 回轉에 依해 遠心力으로 물과 같이 回轉하게 되고 그 때문에 内部表面에 溫水의 두터운 層을 만들고, 물 밖에서 새로이 들어온 冷却水에의 熱의 傳導를 鈍하게 하고 쉽게 새로운 冷却水와의 交換이 이루어지지 어렵게 된다. 即 물 內壁面에 接하는 물의 膜은 熱傳導의 障害物이다. 그러므로 물 內壁面에 뜨거운 물의 膜이 생기지 않도록 하는 것이 가장 重要하다. 그러기 위하여는 다음과 같은 方法을 擇하여야 한다.

1) 스타핑복스를 크게하여 最大水壓으로 多量의 冷却水를 供給한 경우에도 充分히 빨리 물에서 물이 흘러나가고 內腔容積의 半以上으로 물이 머물어 있지 않도록 할 것

2) 물腔內에 있는 冷却水가 遠心力에 依하여 腔壁에 붙어서 回轉하지 않도록 할 것. 그러기 爲하여는 물의 腔內에 작은 돌이나 작은 鐵材 등을 넣어서 물을 교반되도록 할 것

등을 考慮할 必要가 있다. 물의 腔內에 小石 또는 鐵材를 投入하는 것에 對하여 記述하고자 한다.

冷却水 導入用 파이프의 入口에서 小石을 內腔의 半程度까지 넣어 둔다. 이렇게 하므로서 물의 回轉에 따라 內壁에 따라 小石이 굴러서 內壁의 물을 교반하고, 內壁에 뜨거운 물의 膜이 생기는 것을 防止하고 또한 물때(水垢)도 곧 떨어져 새로운 冷水와 물 內壁이 直接 接觸하게 되어 물의 熱을 물쪽으로 傳導하기 쉽도록 하는 것으로 이것은 놀라운 정도로 效果가 있으므로 꼭 勸奨하고 싶다.

물 內에 投入하는 小石의 크기는 지름 3~4cm程度의 可及의 단단한 돌이 좋다. 이 돌은 磨滅하여 작아지므로 1년에 1回程度 定期的으로 補給하지 않으면 안된다. 이 때 오래된 小石은 除去할 必要없이 그대로 둔다. 이 물의 粉末이 스타핑복스를 막히게 하는 경우가 있을 때에는 작은 鑄物을 만들어 代用시키는 것도 實施되고 있다.

물의 冷却水와는 直接으로 關係가 없으나 冷却用水의 파이프를 水平方向으로 敷設되는 것에는 2/100~3/100의 傾斜가 되도록 하고 물때(水垢)에 依하여 파이프가 막히는 것을 防止하도록 講究하여야 한다. 經驗에 따르면 1년에 40A(11/2B)의 파이프가 斷面積으로 2/3이나 막혔던 일이었다. 따라서 冷却用的 水質에 따라서는 年 1回 水平方向으로 敷設된 파이프를 分解하여 内部를 清掃하여야 할 것을 添言한다. 이 물때의 掃除는 年 1回씩 한다면 어렵지 않게 掃除할 수 있다.

5.3 물의 지름이 내림에 미치는 影響

물의 지름은 클 수록 2本の 물 사이에서 받는 摩擦面積은 크게 되고 고무가 받는 壓縮力은 接觸面積에 比例하여 크게 된다. 따라서 지름이 클 수록 내림效果가 크다.

試驗로울러 쪽이 現場의 큰 로울러 보다 내림效果가 잘 나타난다고 하는 사람도 있고 그렇게 생각되는 理由도 있다. 이를 列擧하면

- 1) 내림뱃치量이 比較的 적다.
- 2) 물의 溫度調節이 잘 行하여 진다.
- 3) 내림고무의 뒤집음이 잘 되어 물 溫度가 낮게 維持되고 또한 均一하게 내림되는 것.

等 때문 試驗로울러 쪽이 現場의 큰 로울러보다 내림效果가 良好하다고 생각된다.

물의 冷却效果는 實際로 물의 지름이 큰 것이 뛰어나다.

또 카렌더에 依한 分出, 후릭손, 탈핑 등에 있어서도 카렌더보울(물)經의 큰 것이 좋은 結果가 얻어진다.

또 試驗로울러에 依해 내림한 고무가 加黃試驗의 結果에서도 現場내림고무보다 物性이 優秀하다는 傾向이 있으나 이것도 試驗로울러로 하는 것이 前述한 바와 같이 뱃치量이 적다는 것, 물 溫度를 낮게 維持할 수 있다는 것, 고무의 뒤집음이 充分히 行하여 지므로 配合劑의 分散이 充分히 이루어지기 때문이라고 생각된다.

5.4 내림물의 回轉比와 面速度的 問題

로울러에 依하여 고무의 내림을 行할 때에는 앞뒤 물의 回轉比가 클 수록 效果的이라는 생각이 現在 널리 普及되어 있으나 最近의 研究에서는 내림效果는 回轉比와는 關係가 없고, 回轉比는 1:1이라도 좋다고 한다.

回轉比가 클수록 고무가 받는 壓縮剪斷力이 크므로 빨리 고무分子가 解重疊을 일으켜 可塑性이 좋아질 것 같이 생각되지만, 오히려 고무와 물면과의 摩擦熱의 發生이 크게 되므로 고무의 溫度가 높아지고, 敎化되어 고무의 剪斷力이 低下한다고 한다. 諸條件이 同一하다면 고무의 溫度가 낮을 수록 내림效果는 크다.

고무의 내림效果는 前後물의 回轉比의 大小에 關係 없이 고무가 물의 間격(nip)을 通過하는 回數에 左右된다. 그 물 間격을 통과하는 回數는 앞뒤 물의 平均 表面速度에 依해 정하여 지므로 물이 같은 回轉이라도 回轉速度가 빠르면 그에 比例하여 고무가 물 間격을 通過하는 回數가 많아지고 내림效果는 잘 나타난다고 한다.

물의 回轉比가 클수록 내림效果가 크다고 생각하는

것은 앞 물은 作業上의 難易性和 危險性에서 一定回轉速度로 定하여 진다. 即 물위에서의 加工性和 安定性의 關係에서 앞물은 느리게 回轉하는 適當한 回轉數로 決定된다. 그런데 뒤물의 回轉數는 加工性에 있어서나 安定성에 있어서도 比較的 關係가 적으므로 回轉比를 可能的 限 크도록 하여 빨리 回轉시킬 수가 있고, 앞물의 回轉數를 作業上 適當히 한 경우, 뒤물에 回轉比를 갖게 하여 빨리 回轉시키는 것이 내림效果는 크게 된다는 것이다. 即 앞물의 回轉은 늦는 것이 作業을 하기 쉬우므로 뒤물에 回轉比를 갖게 하여 빨리 回轉시키게 하는 것이다.

本來의 내림이란 앞뒤물의 平均面速度와 물 間격을 고무가 通過하는 回數에 左右되므로 앞뒤 물의 回轉比가 크게 될 수록 물 間격을 通過하는 回數가 많아진다 따라서 回轉比의 큰 것이 내림效果가 크다고 從來 일컬어져왔다.

그러므로 要컨데 回轉比는 없어도 물의 表面速度가 크고, 고무가 물 間격을 通過하는 回數만 많다면, 내림效果는 그것에 比하여 나타나지만, 다만 앞 물의 回轉速度를 크게 한다면 作業성에 陰路가 있음을 免하기 어렵다.

물의 回轉比가 1:1.70보다 크면 밴드고무가 물에서 剝離하기 쉽고 내림이 困難하여 진다고 한다. 또 물 回轉比가 클 수록 고무가 뒤 물에 뱃기는 傾向이 생긴다.

다음에 물의 回轉比에 關係 있는 물의 表面速度에 對하여 記述하면, 물의 表面速度는 물위에서의 加工性에 關係하는 것이 있고 原則으로 물은 그 지름이 커짐에 따라 表面速度가 크게 된다.

물의 回轉數는 普通作業時 앞 물은 14~16/分이라 한다. 即 작은 물(지름이 작은)일 수록 回轉을 작게 하고 큰 물일 수록 回轉을 빠르게 할 수 있다. 같은 15回/分の 回轉數일지라도 20in 물에서는 作業이 容易하지만 6in 試驗 물에서 너무 빠른 程度이다. 15回/分에 있어서 6in과 20in 兩 물의 表面速度는

| | | |
|--------|-------|---------|
| 6in 물 | 15回/分 | 7.1m/分 |
| 20in 물 | " | 23.9m/分 |

이 되고 큰 差가 있다. 또 이것은 물 위에서의 加工性은 물의 表面速度의 大小 보다 물 지름의 大小에 左右되는 것임을 잘 나타내고 있다.

22in 보다 큰 물은 지름이 커도 물 지름에 比例하여 回轉數를 크게 할 수가 없으므로 加工性의 關係에서 表面速度에 있어 制限을 받는다.

大물에 있어서는 近來 차차 回轉數를 크게 하는 傾向이 나타나고 있으며 最大限이 20~22回/分 까지 採用되고 있다. 이 보다 큰 回轉數의 것도 있지만, 그것은 반바리 등의 附屬施設로서 使用되는 것으로 물위에서

加工하는 일은 없고, 例컨데 씨팅롤(씨이터)이라든가 冷却롤 等に 使用되는 것이다.

다음에 最高 물 表面速度에 對하여 言及하면, 大 물에서의 作業可能 最大表面速度는 經驗上 35m/分(115 ft/分)이라고 생각된다. 이것은 22in 롤로서 20回/分 回轉하는 것이다. 이것은 앞 물의 表面速度이다. 또 뒤 물에 있어서는 고무가 뒤 물에 빼앗겼을 때에는, 드문 일이지만 뒤 물에서 作業하는 일이 있으나 이 경우에는 最大表面速度는 約 38m/分(124.6ft/分)이다. 그때의 回轉比는 앞뒤의 지름이 같다고 한다면 1 : 1,085 가 된다.

이 앞 물에 있어서의 表面速度 35m/分, 뒤 물에 있어서는 38m/分이란 速度는 큰 물의 許容最大速度가 되는 것이라고 생각된다.

從來 一般의으로 推獎되어 온 물의 回轉比를 나타내면 다음과 같다.

回轉比를 크게 取한 例로서는

| | |
|-----|-------------|
| 내 립 | 1.25 : 1.35 |
| 混 合 | 1.15 : 1.30 |
| 熱 入 | 1.10 : 1.20 |

回轉比가 작은 것이 좋다고 하는 例로서는

| | |
|-----|-------------|
| 내 립 | 1.10 : 1.15 |
| 混 合 | 1.05 : 1.10 |
| 熱 入 | 1.00 : 1.05 |

다만, 混合과 熱入에 使用되는 물에서는 回轉比가 작은 것이 理想的이다.

5.5 물의 간격과 고무밴드의 두께

내림 및 混合에 있어 물의 간격을 適正하게 維持하는 것은 매우 重要하다. 最初에 原料고무를 모올러에 걸 때에는 물의 간격을 잘 조여서 2~3回 薄通하고 난 뒤, 물의 간격을 2~3mm로 열어 卷練으로 내림을 繼續하는 것이 普通이다.

물의 간격이 좁을 수록 물의 간격에서 받는 고무의 壓縮摩擦力은 크게 되지만, 고무가 잘 冷却되므로 내림效果는 크게 되고 내림時間은 짧아도 된다. 反對로 물의 간격을 넓게 하여 내림하면 時間이 오래 걸린다. 그러나 물 간격이 좁으면 물 위의 방크가 많아지고 내림이 不均一하게 되고, 고무를 자주 뒤집지 않으면 안 되고 한마더로 내림 時間이 짧아도 된다고는 斷言할 수 없다. 反對로 물의 간격을 넓게 하면 均一하게 내림할 수 있고 반드시 내림時間이 많이 所要된다고 할 수는 없다. 即 各其의 條件에 따라 注意할 點이 생기기 마련이다. 그러나 一般의으로 薄通을 10分間 行하고 다음에 물 간격을 2~3mm 열어서 卷練을 5分間 하는 方法이 널리 採用되고 있다.

어떻게 하든 물 간격의 좁은 것이 내림效果가 크다.

그 경우에 내림過多도 생기기 쉬우므로 그點 注意하여야 한다. 例컨데 물 간격의 大小와 고무의 引張試驗과 의 關係에 對해 例를 들면 0.3mm, 1.0mm, 2.0mm, 3.0mm의 各 물 간격으로 내림한 고무에 對하여 實驗한 結果에 依하면 물 간격이 0.3mm와 1.0mm의 것은 고무의 내림이 過多하기 때문에 加黃고무의 힘이 弱하고, 또 3.0mm의 것도 힘이 弱하게 나오고 2.0mm의 것이 가장 成績이 良好하였다고 한다.

따라서 溫度가 높은 롤로서 더우기 물의 간격을 넓게하여 내림하면 내림效果는 相當히 적어진다.

普通으로 卷練할 때의 물의 간격은 2~3mm로 하지만, 이 때의 고무의 두께는 約 3倍로 膨脹하고, 7~9mm로 된다. 그러나 고무의 내림이 進行되고 있는 程度에 따라 即 고무의 可塑性에 따라 그 膨脹의 程度는 多少 달라진다.

原料고무가 多量일 때에는 물위의 고무의 방크가 過多해져, 내림은 均等하게 行하여지지 않으므로 조금 물 간격을 넓혀서 내림한다. 또 反對로 고무의 量이 적을 때에는 물 간격을 좁혀서 適當히 고무의 방크가 물 위에서 이루어지도록 하여 내림한다.

配合劑를 混合함에 있어서 물 간격이 넓을 때에 粉末이 混合되지만, 粉末의 分散은 물 간격이 좁을 때가 좋다. 粉末이 고무에 混入되어 감에 따라 고무의 容積이 增加하여 지기 때문에 混合의 途中에 2~3回 물의 간격을 넓히는 것이 得策이다. 그렇게 하므로써 물 위의 방크고무가 轉落하는 것을 防止하고 混合操作이 하기 容易된다. 配合劑의 混合에 있어서 다시 詳論하고자 한다.

5.6 물 위의 고무방크의 量의 問題

2本の 물 위에 뭉쳐있는 고무(방크고무)의 量이 지나치게 적으면 내림效果는 低減한다. 또한 이 방크量이 지나치게 많으면 내림이 均等하게 行하여지지 어렵기 때문에 이것 또한 좋지 않다. 따라서 고무방크량은 물에 감겨 있는 고무(밴드고무)의 두께와 내림量에 關聯하고, 또한 重要하다.

오픈롤에서 내림과 混合을 行할 때, 많은 경우 내림과 混合을 連續作業하는 것이 普通이다. 내림되는 고무의 뱃치量은 그 물의 크기에 따라 定하여지므로 그 고무含有量에 依하여 原料고무의 내림하는 量이 定하여진다. 例컨데 고무含有量이 벨트用후릭손고무로는 60%, 工業用品고무로는 25%라고 한다면, 내림된 고무가 100kg이라고 할 때 原料고무는 벨트用후릭손고무로는 60kg, 工業用品고무로는 25kg이 되고 同一한 크기의 롤로서 60kg 내림할 때도 있고, 25kg 내림할 때도 있다는 것이 된다. 따라서 내림時間뿐 아니라 내림方法:도 스스로 달라지게 된다. 例컨데 물 간격, 고무의 뒤,

집음, 고무방크, 고무밴드, 롤 冷却等に 있어 달라진다. 60kg 내림할 때는 밴드의 두께를 許容되는 範圍內에서 두껍게 하고, 그래도 방크의 量이 많아지므로 자주 뒤집는 作業을 하지 않으면 안된다. 또 25kg 내림할 때에는 방크의 量을 許容되는 範圍內에서 적게하며, 밴드의 두께는 얇어질 것이다. 얇은 방크의 量과 밴드의 두께를 잘 調節하여 내림하는 것이 必要하다. 또 내림 고무량이 위와 같이 少量일 때에는 2線分이나 3線分을 한번에 내림한 後 2分割 또는 3分割하여 使用하는 것도 한 方法이다.

방크고무는 始終 물 위에서 돌고 있고 물 간격을 通過하는 고무가 끊임없이 바뀌어지는 것이 重要하다. 이 방크고무의 回轉이 늦다든가 거이 回轉하지않을 때에는 特別 뒤집어주는 作業을 하여야 한다. 아무리 잘 뒤집어 주는 作業을 熱心히 하여도 내림이 不均等하게 되는 것은 免할 수 없다. 내림중의 뒤집는 作業도 特別 注意를 要하고 어려운 技術이다. 이에 關하여는 다시 後述하고 자한다.

5.7 내림고무의 뱃치量

내림하는 原料고무의 量은 各 물에 對하여 各已 適量이 있으므로 그 適量을 지키고 밴드의 두께 및 방크의 量을 加減하지 않으면 안된다(前述한 바와 같이 내림과 混合을 連續作業하는 경우는 다르다)

그 물에 거는 고무의 量을 表示함에 있어서는 고무를 물의 全面에 감기게 한 때의 고무의 두께로서 한다. 이 고무의 두께로 表示하면 簡單하게 計算이 되고 大端히 便利하다. 이 고무의 두께가 NR인 때에는 2.0cm, 合成고무인 때에는 1.25cm로 하는 것 等이다.

NR의 내림하는 경우, 이 2.0cm 두께라고 하는 것은 標準이고, 고무의 種類에 따라 다르고 내림된 고무의 種類에 따라서도 다르다. 또 내림된 고무량이 따라 增減되는 경우는 고무밴드의 두께를 바꾸든지 또는 내

림時間을 調節하는 것이 된다.

各種 물에 있어서의 뱃치量을 表 5.1에 揭記한다. 고무의 比重을 1.0과 1.2로 한 때의 重量을 表示한다. 따라서 내림고무 뿐 아니라 내림된 고무의 適量도 알 수 있다. 原料고무의 경우를 1.0으로 하고 내림된 고무의 경우를 1.2로 본다면 좋을 것이다. 正確한 比重에 따라 計算한다면 正確을 期할 수가 있다. 即 比重 1.0으로 되어 있는 것의 重量(kg)에 그 고무의 比重을 곱하면 正確한 數量이 된다.

正確한 主된 原料고무의 比重은 다음과 같다.

| | |
|---------------------------------|------|
| RSS#1, #2, 에어드라이, 페루크리프 IIR ... | 0.92 |
| RSS#3, #4, 브라운그리프#3, SBR 1500 | |
| SBR 1778 | 0.94 |
| SBR 1712 | 0.96 |
| NBR 1042..... | 0.98 |
| NBR 1041..... | 1.00 |
| EPDM | 0.87 |
| CR | 1.23 |
| 티오코올 FA..... | 1.34 |

5.8 天然고무의 로울러내림前的 加溫

天然原料고무는 普通 1個(約 110kg)를 로울러의 大小 및 強弱에 應하여 4~16個로 切斷하여 내림로울러에 거는데, 冬季에 있어서는 天然고무는 特別 硬하므로 내림初期에 甚히 電力을 消費하고 또한 로울러를 破損할 念慮가 있으므로 大體로 11月에서 4月까지의 期間은 미리 加溫한 것을 로울러에 걸어야 한다.

天然原料고무의 切斷前에 있어서도 그 切斷을 쉽게 하기 爲하여 加溫하지만 大體로 30~40°C의 室內에서 約 一晝夜加溫한다. 切斷後 물에 거는 고무는 40~50°C의 室內에서 3時間以上 加溫해 둔다. 文獻(日本 고무신발 最高技術標準)에 依하면 「切斷前的 加溫은 60~70°C의 室溫에 두고, 切斷된 고무를 로울러에 걸 때는

表 5.1 내림고무의 뱃치量 (單位: kg)

| 물의 크기 (in) | 두께(cm) 使用 比重 幅(in) | 2.0 | | 2.5 | | 3.0 | | 3.5 | | 4.0 | | 4.5 | | 5.0 | |
|---------------|--------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 |
| | | 18×48 | 45 | 34 | 40 | 42 | 49 | 50 | 60 | 58 | 70 | 66 | 80 | 74 | 89 |
| 20×60 | 56 | 45 | 54 | 56 | 68 | 67 | 81 | 79 | 95 | 90 | 108 | 102 | 122 | 112 | 135 |
| 22×60 | 56 | 50 | 60 | 62 | 75 | 75 | 90 | 87 | 104 | 99 | 119 | 114 | 134 | 124 | 149 |
| 24×72 | 68 | 72 | 79 | 83 | 99 | 99 | 119 | 116 | 139 | 133 | 159 | 148 | 178 | 165 | 198 |
| 26×84 | 80 | 84 | 101 | 105 | 126 | 126 | 151 | 147 | 177 | 168 | 202 | 185 | 227 | 210 | 252 |
| 28×88 | 80 | 91 | 109 | 113 | 136 | 135 | 163 | 158 | 190 | 181 | 212 | 203 | 244 | 226 | 271 |

* 1) NR의 내림(2.0cm 두께) 2) 合成고무의 내림(1.25cm 두께) 3) 混合(2.5~3.0cm 두께) 4) 熱入(3.0~3.5cm 두께) 5) 반바리受(씨팅물)(5.0cm 두께까지)(4.0cm가 好適) 6) 반바리附設黃 混合(4.0cm 두께) 반바리 브렌더付(5.0cm 두께)

* 는 各種用途에 있어서의 고무의 適用量을 물 表面에 고무를 감기게한 때의 고무의 두께를 表示한 것임

40~50°C로 加溫할 必要가 있고 또 冬期에 있어서는 原料角塊를 加溫함에 있어서는 一晝夜를 要하고, 切斷後의 加溫은 2~3時間을 要한다]라고 되어 있으나 實際로 加溫室을 60°C~70°C로 維持하는 것은 여러가지 點에서 困難하고 또 그렇게까지는 必要가 없다고 생각 된다.

合成고무는 一般的으로 加溫할 必要가 없다.

原料고무 加溫室에는 蒸氣파이프를 바닥 및 側面에 施設하고 또 고무가 直接 蒸氣파이프에 接觸하지 않도록 바닥이나 側面에 板子等 施設을 하지 않으면 안된다.

以上の 目的과는 別途로 天然고무를 70°C~80°C 程度의 高溫으로 數時間 加熱하여 고무의 可塑性 解重合을 促進하는 方法이 適用되는 경우도 있다.

이 天然고무 原料고무를 加溫하여 可塑性시키는 方法에 對하여는 여러가지 方法이 提案되고 特許도 許치 않는 것 같지만 140°C~150°C에서 約 2時間, 加熱하는 方法도 取해진다고 하고 또 蒸氣中 或은 眞空中에서 加熱되어 뒤에 空氣를 넣어 酸化시키는 方法等도 있다. 그러나 現在 實際로 適用되는 것은 적다.

<다음 號에 繼續>

<토막 소식>

고무 플라스틱의 經濟的인 再循環利用을 爲한 極低溫粉碎技術

고무加工業者는 每日 發生하는 廢棄物을 最近까지 이를 버렸으나 고무나 플라스틱에 對한 極低溫粉碎技術이 進歩하여 이들의 再循環利用이 經濟的으로 可能하여졌다. 粉碎事業이 採算이 맞게 됨에 따라 美國各地에 粉碎專門의 極低溫裝置가 設置되었다. 그 중에서 代表的인 作業所로서 일리노이州의 Woodstock에 있는 Cryo Custom Grinding(CCG)社를 들 수 있다. CCG社는 고무의 粉碎를 專門으로 1976年 2월에 操業을 開始하여 이미 많은 去來先을 確保하고 있으며 플라스틱의 粉碎에도 着手하였다.

CCG社는 Air Products and Chemicals(APC)社의 Cryo-grind 方式을 利用하여 있고 冷却媒體의 液體窒素도 APC社로부터 購入하고 있다. 그 方式은 裝置의 外面에 屯 液體窒素의 貯藏탱크, 溫度制御裝置 및 콘베어로 되어 있고 粉碎機는 40 HP의 Mikro-pul hammer를 使用하고 있다.

操作은 極히 簡單하며, 入荷한 材料를 于先 計量하고 다음에 金屬과 같은 異物을 檢査한 다음 1/4in의 크기로 한 材料를 콘베어에 실는다. 粉碎한 材料가 클 때에는 常溫에서 作業하는 Cumberland 粉碎機로 適當한 크기로 한 다음 Cryo-grind 裝置로 보내서 冷却脆化시킨다. 冷却은 斷熱한 冷却콘베어 위를 材料가 移動하는 사이에 液體窒素를 直接 불어넣고(吹付) 또 粉碎室內에서도 吹付하여 粉碎한다. 微粉碎된 製品은 包裝, 計量되어 마스터벡처로 再利用하기 위하여 受注先에 返納된다. CCG社에 依하면 새로운 工業이므로

여러가지 困難한 일이 생기지만 그 중에서도 重合體에 따라 다른 粉碎性과 極低溫環境으로 인한 從業員의 肉體的인 問題라고 한다.

CCG社에서는 이 方法에 따른 고무의 粉碎를 10~90 ¢/lb로 하고 있으나 이들 많은 重合體의 新品의 價格은 24¢~20\$/lb이므로 顯著하게 原價節減이 期待된다고 한다.

CCG社는 이 事業의 展望이 아주 밝다고 하며 大 maker는 自工場內에 이러한 施設을 갖출는지 모르나 一定한 數의 粉碎工場은 마땅히 必要한 것이라고 한다 —Elastomerics 109 [12] 39~40 ('77)에서—

日本타이어處理技術普及協會 設立

廢타이어의 處理事業者들이 組織한 日本타이어處理技術普及協會가 最近 日本 通產省으로부터 認可되었다. 業界團體의 調査에 따르면, 廢타이어는 年間 約 4,000만本이라 하는 바, 이를 고무量으로 換算 50만톤에 達한다고 한다. 이 중 約 70%는 再生고무用으로 再使用하지만, 나머지 30%는 原形 그대로 쌓아 두었다가 埋立用, 魚礁用 등에 利用하는 實情이다. 그러나 資源의 再活用이란 社會的 要請에 따라 同協會는 石川(株)이 廢비닐處理의 經驗을 바탕으로 開發한 廢타이어粉末과 特殊 binder와의 混合技術 結果, 廢타이어粉末의 有效利用技術關聯 月產 40톤 規模의 플랜트를 建設하고 또 全國的으로 廢타이어의 回收處理 및 有效利用事業者의 實態把握, 廢타이어의 排出實態把握, 政府와 關係團體間의 協力體制의 確立등이 主要 事業計劃이라고 한다.

工業材料 26, 2月 ('78)