

## 6. 고무加工技術

### 6.1. 고무加工技術을 생각하는 方向

옛날에는 어떤 고무製品을 만드는 技術 即 노우하우(know-how)가 重要視되어 왔으며 特히 配合師라고 하면 고무技術者의 代表的인 存在로 評價되었던 것이다. 그러나 모든 產業의 急進的인 發展과 더불어 近代的 技術은 製品 自體를 만드는 技術보다는 어떻게 品質 좋은 製品을 能率的이고 값싸게 만드느냐 即 合理化 技術을 더욱 重要視하게 된 時代가 된 것이다.

根本的으로 品質을 重要視하는 製品에 있어서는 고무配合을 爲始한 加工 技術의 노우하우가 解決되어야 하겠지만 一般的인 製品의 量産化에 있어서는 極端的으로 말하자면 若干의 品質을 犧牲하더라도 均一性있는 製品을 量産 方式으로 만드는 加工技術의 開發이 重要視되어 고무技術者라면 工程分析과 品質管理를 工夫하지 않으면 안되게 된 것이다.

또 勞動力의 不足, 賃金의 上昇, 作業環境의 改善 等 時代的인 要求에 附應하기 위하여 加工工程의 機械化 및 自動化가 不可避하게 됨에 따라, 고무 技術者라면 化學이 專門이라야 하겠지만 이 以外에 機械, 電氣, 纖維, 金屬 等 多角的인 分野에 걸쳐 알아야 하겠고, 特히 中小工場에 從事하는 고무 技術者는 勞務, 技術서비스, 販賣 問題까지도 關與해야할 立場에 있는 것이 事實이다. 다시 말하여 中小 工場에 종사하는 고무 技術者만큼 일이 복잡하고 바쁜 時間을 보내야할 立場이라는 것은 그 類例를 찾아보기 드문 것으로 생각 된다.

그만큼 고무의 加工技術은 複雜 多岐性이 있으며 簡單하면서도 어려운 工業分野라고 할 수 있는 것이다.

物性論으로 보면 고무는 高分子 彈性體(elastomer)라고 하나, 單純한 高分子 彈性體는 아니며, 可塑物(plastomer)의 要素도 많다. 말하자면 粘彈性

體 (visco-elastomer)로取扱하는 것이 고무 加工技術의 本質이다.

따라서 플라스틱의 加工技術과 比較하면 말할 수 없을 만큼 複雜하며 單純한 成型이나 시이트化 만으로 製品이 되는 것이 아니고 可塑化, 混合, 加黃, 補強, 老化等과 같은 複雜怪奇한 化學變化를 同伴하는 物理操作 即 이 것이 고무의 加工技術인 것이다.

고무技術者는 고무 加工技術이 쉽게 보이지만 매우 어려운 것이라는 基本 觀念을 가져야 할 것이다. 고무는 참으로 怪奇한 物體로서 未熟한 技術로도 製品의 形態는 쉽게 만들 수 있으나 그 技術水準의 差異에서 發生되는 品質의 優劣은 매우 심한 것이기 때문이다.

고무技術의 偉大한 發明者인 굿이어(Goodyear)나 헨콕(Hancock)과 같은 사람도 높은 敎育을 받은 것은 아니다. 大學에서는 理論上의 知識은 가르치지만 고무 加工技術의 妙技는 가르쳐 주지 않는다. 그것을 배우는 곳은 여러분이 일하고 있는 고무工場 바로 그곳인 것이다. 技術의 進歩는 無限한 것이며 오늘 여러분이 새로운 技術을 發明하였다 하여도 그 이상 더 좋은 技術을 發明한다면 오늘의 技術的 生命은 保證되지 않는 것이므로 항상 새로운 技術, 明日의 加工法을 向하여 猛進하지 않으면 안된다는 것이 技術者의 자랑스러운 宿命인 것이다.

大規模의 고무工場일 수록 技術者는 單能化 傾向이 있으며 高度의 技術 追求를 위하여는 當然하다고 할 것이므로 萬能型의 고무技術者를 希望한다면 中小 고무工場에서 그 能力을 發揮하도록 方向 設定을 해야할 것이다.

고무技術 習得의 初歩는 原料고무 切斷作業을 하는 勞動에서 부터 시작되어야 할 것이며, 고무技術 工夫에 들어가기 前에 技術修業의 마음 가짐과 技術

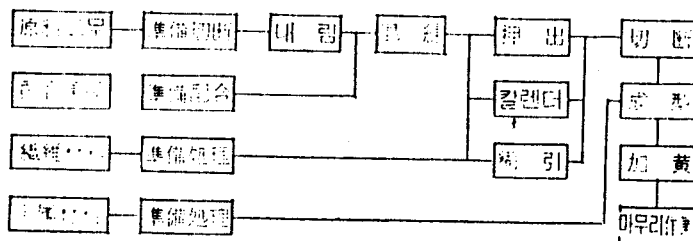


그림 6-1. 고무 加工技術 工程圖

者 以前에 人間的要素의 重要性이 強調되는 것이다.

本論에 들어가기 前에 다음의 고무加工技術 工程圖(그림 6-1)를 把握해 두기 바란다.

## 6.2. 準備作業(基礎操作)

### 6.2.1. 原材料의 受入檢査, 整頓 및 保管

受入되는 고무原料 및 配合藥品의 品質檢査가 매우 重要한 첫段階 工程인데 이것이 제대로 實施되고 있는 工場이 적다. 또한 原材料 倉庫나 配合室에 있어서 材料를 種類 別로 잘 區分하여 整頓하고 水分이 吸收되지 않고 直射光線이 비치지 않도록 잘 保管하도록 하고 先入先出方式에 依하여 出庫管理를 잘하는 것이 重要하다. 이러한 것이 製造技術 以前에 品質管理를 爲하여 必要한 技術인 것이다.

### 6.2.2. 原料고무의 切斷

秤量 및 내림作業을 容易하게 하기 위하여 原料고무를 適當한 크기로 切斷하는 것이 目的이나, 以外에도 天然고무의 경우에는 內部 品質檢査 및 品質의 偏差를 없도록 하기 위한 小片 細分化의 目的이 있는 것이다.

代表的 切斷機로는 다음의 4가지가 있다.

- 1) 丸刀式
- 2) 길로틴(Gilotin)式
- 3) 押出式
- 4) 自動式

一般的으로 길로틴式이 가장 많이 使用되고 있으며 小型은 電動機 直結式이고 大型은 油壓, 水壓 또는 空氣壓을 利用하여 칼날을 上下로 運動시켜 切斷하는 것이다. 油壓 및 水壓은 보통  $16 \text{ kg/cm}^2$ , 空氣壓은  $5 \text{ kg/cm}^2$  정도이다. 冬季에 고무가 凍結된 경우에는 加溫 軟化시켜 주어야 한다. 고무의 加溫은 切斷 速度를 增加시키고 同時에 내림 速度의 增加, 電力 消費의 節約, 로올러의 破損을 防止하는데 도움이 된다. 加溫 方法은 原則적으로 低溫 長時間이 좋은 것으로  $50^\circ\text{C}$  前後에서 24時間이면 充分하고,  $100^\circ\text{C}$  附近에서는 고무가 劣化와 粘着化를 일으키기 쉬우므로 注意하여야 한다.

### 6. 2. 3. 配合作業

原料고무 및 配合藥品을 正確하게, 順序대로 秤量하는 것이 重要하다.

一般的으로는 手動으로 秤量하나, 近來에는 콘베어를 利用한 流動方式, 貯藏 호퍼 또는 로타리 피이더(rotary feeder)를 利用하는 自動 秤量方式을 採用하는 傾向이 있다.

저울은 精度가 良好한 一級品을 使用하여야 하며 大, 中, 小의 3種類로 무게와 感度에 따라 區分 使用한다. 저울의 感度는 普通 總무게의 1/1,000로 생각해야 한다. 100kg 짜리 저울로 100g 以下の 秤量은 無意味한 것이다. 特히 試驗配合의 秤量 誤差의 許容範圍는 다음과 같다.

黃, 促進劑 .....	0.2% 以內
고무原料, 마스텍 배치 .....	0.3% "
配合劑類 .....	0.25% "
最初 混練 배치量 .....	0.6% "

秤量操作이 完了된 原料고무와 配合劑는 配合통에 一括 投入되어 再秤量 檢査하여 配合 착오를 確認한 다음 傳票를 부쳐서 混練工程으로 넘겨진다.

### 6. 2. 4. 내림(Mastication, 素練)作業

내림이라함은 고무에 剪斷力을 주고 加溫하여 彈性 原料고무가 차차로 解重重合되어 軟化되면서 均一한 可塑化 狀態로 變化되는 것을 말하는 것이다. 다시 말하면 原料고무의 分子사슬을 切斷(breakdown)하여 充分한 可塑性을 주어서 配合劑의 混合을 쉽게하여 加黃前의 加工性에 必要한 性質을 부여하는 工程이다. 即 고무에 配合藥品을 多量으로 均質하게 混合할 수 있는것도 또 押出, 壓延, 型호름 등의 成形加工을 할 수 있다든지 纖維나 金屬에 接着을 시키거나 고무끼리의 붙임을 할 수 있는 것도 이 내림作業이 있기 때문에 可能한 것이다.

그러나 이 내림作業의 程度가 技術的인 急所이며 過度하게 내림하면 고무의 鋼性(stiffness)이 낮아져서 加黃이 지연되거나 補強劑의 補強效果가 적어 引張強度가 낮은 製品이 되는 것이다. 스폰지 고무와 같은 發泡고무인

경우에는 反對로 이것을 利用하는 경우가 있다. 또 고무의 種類에 따라서도 내림效果가 달라진다. 天然고무는 내림에 매우 銳敏하나 合成고무는 一般적으로 鈍感하며 어떤 合成고무는 내림을 하여도 거의 可塑化되지 않는 것이 있다. 이러한 合成고무는 내림을 省略하고 密閉型 高溫 混練機(Banbary mixer等)로 配合劑와 同時に 混練作業을 하는 方式이 採用된다.

내림에는 低溫法과 高溫法の 區別이 合成고무의 登場과 더불어 始作되었다. 一般적으로 低溫法은 天然고무의 경우, 高溫法은 合成고무의 경우라고 생각할 수가 있다.

그 境界 溫度는  $120^{\circ}\text{C}$ 이며 이 以下の 低溫내림은 주로 機械的 分子 切斷에 依한 解重合이 主이며 物理的 內림法이라고도 한다. 이와 反對로 高溫法에서는 空氣中の 酸素의 作用에 依한 化學的 分子 切斷이 主이다. 내림촉진제(peptizer)를 併用할 때에는 境界 溫度가 低溫側으로 移動함으로 로울러에서  $70^{\circ}\text{C}$  以上の 高溫 로울러法으로 效果를 發揮시킬 수 있다.

내림의 程度는 可塑度 測定으로 判定한다. 무우니 粘度計(Mooney viscometer)가 代表的인 것이다.

天然고무를 내림할 때의 可塑度는 다음 條件에 따라 左右되는 바 一定한 내림度를 얻는 것이 얼마나 困難한 것인가는 로울러作業을 實際로 해본 技術者라면 누구나 아는 事實이다.

- 1) 고무의 溫度
- 2) 내림時間
- 3) 消費動力
- 4) 批次量
- 5) 롤間隙
- 6) 롤의 表面速度
- 7) 롤間的 速度比
- 8) 롤의 크기(지름과 길이)
- 9) 내림後의 回復 時間과 溫度
- 10) 로울러 作業者의 個人 要素

내림의 程度가 고무製品에 미치는 影響은 대략 다음 表 6-1과 같다

表 6-1. 내림의 程度가 고무에 미치는 影響

影響內容	不 足	適 當	過 度
配合藥品의 分散	不 良	良 好	良 好
促進劑 스크오치	쉽 다	어 렵 다	어 렵 다
壓 延 作 業		容 易	容 易
押 出 作 業	外 觀 不 良	良 好	變形하기 쉽다
粘 着 性	良 好	普 通	떨 어 진 다
型 호 륵 性	不 良	良 好	良 好
物 性 및 性 能	若 干 떨 어 진 다	良 好	크 게 떨 어 진 다
收 縮 度	大	小	더 욱 小

低溫 내림法의 가장 能率的인 方法은 에스칼레이터(escalator)法으로 一般 로울러에 比하여 2~2.5배의 能力이 增加된다고 하며, 高溫내림法으로는 반 버리믹서法이나 골든플라스티케이터(Golden plasticator)法이 代表的인 것이 고 내림촉진제에 依한 中間溫度法(70°~90°C)은 臨界溫度의 下降法을 適用 한 高溫내림法의 變法이라고 보아야 한다.

다음에 各種 合成고무의 내림特性에 對하여 略述한다.

### (1) SBS

天然고무보다는 드라이(dry) 상태이며, 粘着性이 적으므로 高溫 로울러에 감기기 어렵다.

오히려 冷로울러에 빨리 감기기 쉽다. 물間隙을 좁혀서 3~4회 얇내림을 하면 내림效果가 있다. 間隙이 잘 좁혀지는 로울러에서 얇내림을 하고 多少 表面이 거칠더라도 곧 藥品投入에 들어가는 것이 좋다. 最近에는 반버리믹서 에 依한 高溫 내림法이 一般化되어 있으며 로울러에서도 80°C 정도의 高溫에 서 適當한 내림촉진제를 0.5~3.0部 添加하면 高溫 重合 SBR의 경우에는 어느 程度의 效果가 있다. 低溫 重合이나 油展 SBR과 같은 加工容易(EP)型은 내림으로 粘度를 낮추는 것은 意外로 困難하다고 생각하여야 한다. 스폰지 用에 使用되는 低무우니 SBR 1507은 重合度가 처음부터 낮은 것이므로 내림의 必要性은 없으나 2~3회 얇내림法에 依한 豫備 내림作業을 하는 것이 좋 다. 하이스티렌(high styrene) SBR는 고무보다도 樹脂의 性格이 強함으로 熱可塑性을 利用하여 로울러 溫度를 80°C 정도로 높여서 내림하는 것이 좋

다. 天然고무에 블렌드할 때 適當量의 방크(bank)를 만들어서 少量씩 添加한다. 한몫에 多量 添加하면 갯지 溫度가 내려가서 하이스티렌이 SBR보다 먼저 冷却되어 塊狀이 되므로 分散 不良의 原因이 된다.

## (2) NBR

니트릴의 含量에 比例하여 이기기가 어려워진다. 發熱과 收縮이 크기 때문에 오픈롤(open roll) 方式으로는 롤 間隙을 좁히고 加 급적 低溫에서 갯지 量을 보통의 2/3 정도로 감량해서 하면 發熱과 收縮이 적어진다. 얇내림法도 有效하며 6~10회 정도면 充分하다. 내림을 아무리 해도 面이 거칠기 때문에 藥品 投入作業으로 빨리 옮기고 加 粉의 作用으로 내림을 促進시키고 同時에 面을 여물게 하여 마감시키는 것이 좋다.

加 粉을 먼저 投入하고 고무를 뒤에 投入하는 逆練方法(up-side down)도 반버리에서 NBR를 混練할 때 잘 使用된다.

## (3) IIR

아무리 이겨도 可塑度가 내려가지 않으며 내림效果가 거의 나타나지 않는다.

고무라기 보다는 하이스티렌 SBR이나 PVC와 같은 樹脂的 性格을 가진다. 로울러에 넣기 前의 IIR 고무는 굳어서 들어가기 힘이 듦으로 少量씩 롤 間隙을 좁히고 잘 冷却 시키면서 添加시킨다. 冷로울러에는 불기 쉬우므로 보통의 경우와 反對로 뒷 물은 高溫으로 한다.

내림效果가 없는 IIR 고무는 로울러보다 반버리法이 適合하다. 램(ram) 壓을 높이는 關係上 갯지 量은 로울러法과 反對로 많은 쪽이 좋다. 할로겐化 IIR는 여물어서 내림이 容易하다.

## (4) CR

클로로프렌系 고무는 合成고무 中에서 내림性이 天然고무에 가장 가까운 것이나 잘 觀察하면 다음과 같은 相違한 내림特性을 가지고 있다.

가) 結晶性이 높음으로 내림이 잘된다. (例: W>GN>WRT의 順)

나) 低溫에 限하며 高溫에서는 重疊이 進行될 열려가 있다.

다) 種類와 製造業體에 따라 熱特性이 많이 다르므로 케탈러그 등에서 잘 確認하여야 한다. (表 6-2 참조)

表 6-2. 클로로프렌고무의 標準特性

彈性領域	70°C以下	로울러에 잘 감긴다	鋼 性	強
粒性領域	70~80°C	로울러에 粘着된다	"	×
可塑性領域	80~120°C	로울러에 粘着되지 않는다	"	×

即 CR의 내림은 最初의 彈性 領域까지 가지고 가는 것이며, 結晶性이 높은 天然고무는 極性 結合이 아니므로 훨씬 低溫에서도 充分히 可塑化된다.

라) 天然고무에서는 促進劑인 DPG나 TMTD가 CR系 고무에서는 내림 촉진제의 效果를 나타냄으로 이들 고무를 블렌드 配合인 경우에는 注意하여야 한다. 이와 비슷한 現象이 Thiokol A나 FA의 내림촉진제로서 MBTS나 TMTD가 作用하는 경우에도 볼 수 있다.

#### (5) 블렌드 할 때의 내림

各種 고무를 適當한 比率로 블렌드하여 各各의 長點과 短點을 補足하는 것이 流行하고 있는데 이러한 블렌드 技術은 普通의 常識을 벗어난 領域에 까지 實現되고 있다

블렌드의 公式으로서 經驗的으로는

가) 極性이 비슷한 고무를 選定할 것 (相溶性)

나) 類似한 粘度狀態에서 블렌드할 것

다) 어문 고무를 먼저, 물은 고무를 뒤에 添加할 것

라) 70% 以上の 고무特性을 主體로 생각할 것 (30% 以下の 고무를 存在는 無視한다)

마) 50/50의 블렌드는 가장 어렵다

등의 事實을 알고 있으나 理論的으로 充分히 保證된 것은 아니므로 지나치게 理論에 拘애되지 말고 實技 爲主로 생각할 必要가 있다.

#### (5.1) NR/SBR

粘度 90 以上の 天然고무를 SBR의 점도인 50~60 附近까지 豫備내림하여 兩者를 近似 粘度에서 블렌드하는 것이 理想的이나 實際로는 어려운 일이다. 多幸히도 SBR는 若干의 粘度 差異는 許容되나, 混合(블렌드)方法을 잘못하면 고무 自體의 不均一뿐만 아니고 配合劑의 分散이 나빠지고 收縮變形의 原因이 되는 것이므로 注意하여야 한다. NR/SBR 블렌드는 SBR 1,000



番殺의 핫 라비型이 適合하며 카아본 마스터벳치 SBR도 좋다.

### (5. 2) NR/CR

내림特性이 비슷하기 때문에 極性에는 상당한 차이가 있음에도 불구하고 比較的 容易하다. 特히 W型이 容易하고 低溫 短時間에 잘 된다. SBR를 少量 添加하는 것도 블렌드의 促進化에 有效하다.

### (5. 3) NR/스테레오고무

天然고무를 먼저 이거서 무우니粘度를 60 정도로 낮춘 다음에 스테레오 (stereo) 고무를 加하고, 翌日 再練하여 藥品 投入에 들어 간다.

스테레오 BR와 같이 剛性(stiffness)이 약한 고무에는 天然고무나 SBR나 充分히 剛性을 낮춘 다음에 添加한다.

## 6. 2. 5. 混練作業

混練作業은 내림된 고무에 配合藥品을 均等히 混合하여 分散시키는 作業 이며 그 良否는 直接 製品에 影響을 준다. 黃의 分散이 不良일 때는 黑斑點 이 생기거나 黃色粉이 噴出(blooming 現象)하게 되고 또 炭酸마그네슘, 酸化티탄, 酸化亞鉛等과 같은 白色粉이 黑色고무에 充分히 分散되지 않으면 白斑點이 생기게 되며 外觀 問題 以上으로 機械的 強度 等の 物性 低下도 심하게 된다.

最初에 促進劑 (또는 黃), 助劑 等과 같은 少量이지만 重要的 役割을 하는 것을 注意깊게 混合한 다음 多量인 補強劑, 充填劑 等を 添加하고 混練 상태에 따라 軟化劑, 分散劑 等を 加하면서 可塑性을 調節하고 最後에 加黃劑(또는 促進劑)를 添加하여 칼질하고 壼내림하여 混練 벳치 全體의 完全 均質化를 期하여야 한다. 가급적 短時間에 될 수 있는대로 一定한 均質 混合物를 얻는 것이 生産 工場의 技術인 것이다.

내림의 경우와 마찬가지로 混練도 開放 2가닥 로울러法에서 密閉式 반버 리法으로 移行되고 있는 것이 現實이나 完全 混練法으로는 로울러法이 正道 이며, 반버리法은 量產 또는 카아본 混練을 爲한 非常手段的 混練法인 것이므로 分散度나 고무物性上 多少의 犧牲은 不可避한 것이다. 따라서 이 缺點을 良質의 補強劑를 多量 添加함으로써 補正하여야 하는 것이다.

또한 합성고무와 같이 高溫에서 可塑化되는 경우 高溫내림과 同時に 高溫混練이 採用되는 것이다. 반버리 混練機는 一種의 粗練作業이므로 마무리 混練을 하기 위하여 로울러間隙을 좁혀서 數回 輾내림할 必要가 있다.

混練의 한 方法으로서 마스터벡치法을 추천하고자 한다. 카아본블랙, 促進劑, 着色劑 等과 같은 것을 一定한 比率로 내림고무에 미리 混合한 것을 준비하였다가 이것을 實際配合의 混練 中에 一定 計算量만큼 添加하는 것이다. 促進劑나 着色劑와 같은 配合劑를 고무에 0.5~1.0部の 少量을 配合하는 경우에 秤量 中の 오차 및 混練中 飛散, 分散不良 等으로 製品에 크게 影響을 미치는 것을 防止하는 것이다.

混練作業의 良否는 고무材質 및 成型作業性에 크게 影響을 미치는 것이므로 가장 適合한 作業條件을 設定하여 一定한 作業標準書를 作成하여야 하며 적어도 다음과 같은 10가지 條件이 기록되어야 할 것이다.

- 1) 混練 로울러의 溫度
- 2) 롤 間隙
- 3) 配合劑의 添加 順序
- 4) 各各의 所要時間
- 5) 全工程 完了 所要時間
- 6) 混練된 벡치의 重量 檢査
- 7) 混練된 벡치의 시이트 두께 및 冷却方法
- 8) 特殊配合(例: 스폰지)의 特殊 操作 條件
- 9) 벡치에서 抽出 試料의 採取方法
- 10) 벡치의 傳票기록(配合番號, 벡치番號, 日字, 作業者名, 試驗結果, 使用處 等の 內容을 기록)

全品質管理(TQC)가 要求되고 있는 오늘날에 있어서 規格이 까다로운 工業用 고무와 같은 多種 少量 生産의 경우는 이러한 벡치 調節을 하지 않으면 品質의 均一 保證은 어려운 것이다.

로울러 混練作業別 로울러 回轉比는 대략 다음 表 6-3과 같다.

합성고무의 경우는 天然고무에 比하여 回轉比를 적게한다. 發熱이 크게 되면 分散 不良을 일으키기 쉽기 때문에 回轉比를 變更할 수 없는 경우에는

表 6-3. 로울러의 回轉比와 作業工程

作 業 別	天 然 高 무	合 成 高 무
내 립	1.25~1.30	1.10~1.15
混 練	1.15~1.25	1.05~1.10
熱 入 시 이 텅	1.0	1.0

뱃치량을 적게하여 發熱이 적도록 하여야 한다.

配合劑의 添加 順序도 매우 重要하며 混合 均質化의 原則에서 말하자면

- 1) 少量인 것을 먼저 添加
- 2) 多量인 것을 뒤에 添加
- 3) 單獨 添加에 의한 豫備混練(pre-mix)이 좋다.

그러나 고무配合에서는 配合劑 自體에 各各의 特性과 作用이 있는 것이 있으므로 위의 原則대로 되지는 않는다. 藥品 相互間의 反應과 로울러操作의 難易性도 있으므로 配合의 종류와 目的에 따라 獨特한 添加 順序가 생기게 되며 이것이 混練技術의 포인트가 되는 것이다.

### (1) 基本 混合順序

一般的인 경우 特히 天然고무 配合에 關한 基本的인 順序는 다음과 같다.

#### (1.1) 加黃促進劑, 老化防止劑

少量이지만 가장 重要한 것이므로 均等한 分散을 必要로 하기 때문에 最初에 添加한다.

#### (1.2) 酸化亞鉛

5 PHR가 標準이며, 比重이 크기 때문에 容量的으로는  $5 \div 5.6 = 0.9$ 의 少量이다.

電荷의 關係로 混合되기 어려우며, 分散 不良이나 混練 不良으로 인한 스코오치나 膠化의 最大 原因이 되는 것이므로 促進劑 다음으로 投入하여 分散을 完全히 하도록 한다. 마스터뱃치로 使用하면 더욱 安心이 된다.

#### (1.3) 軟化劑, 스테아르酸

기름끼의 潤滑作用으로 因하여 分散 不良을 일으키기 쉬우므로 可及的 뒤에 添加하는 傾向이 있다.

파인타르(pine tar)나 로진과 같이 加熱 로울러 面에 融解 固着하는 경향이 있으며 特히 粉末化된 것은 그러한 傾向이 甚하므로 다른 粉類와 豫備 混合하여 添加하는 것이 좋다. 스테아르酸도 카아본 블랙과 같이 添加하면 分散이나 混合도 促進된다.

#### (1.4) 一般 粉體 配合劑類

良好한 分散을 絶對로 必要로하는 補強劑類를 가급적 먼저 投入하고 充填劑類를 뒤에 投入하는 것이 原則이다. 粒子가 큰 粉劑는 混練이 容易하나 補強劑는 粒子가 微細하기 때문에 또 特殊한 表面 活性을 가지므로 一般的으로 고무에 混入되기 힘들다. 따라서 로울러에서 速히 混練할 수는 없으며, 이러한 경우에 潤 間隙을 넓힌다든지 칼질을 하면 오히려 粉末끼리 凝集을 일으켜서 分散 不良이 되는 原因이 된다. 이러한 경우에는 少量의 分散劑로서 스테아르酸, 表面活性劑, 濕潤劑 등을 요령있게 使用하여야 한다.

粉劑의 分散을 良好하게 하기 爲한 分散助劑, 고무配合物의 成型性을 改良하기 爲한 加工助劑 등이 市販되고 있는데, 이러한 助劑 역시 그 使用目的과 性能에 따라 混合順序가 決定되는 것이므로 좋은 成果를 얻기 爲하여는 그 特性을 잘 把握하여 使用하여야 한다.

#### (1.5) 黃

스코오치를 防止한다는 意味에서 混練의 最終 段階에서 投入하는 것이 通則이다. 그러나 黃의 分散은 상당히 困難하다. 로울러 溫度를 充分히 冷却하여 潤面에 少量씩 添加하되 칼질은 絶對 禁物이며, 最後에 엷내림을한 다음 칼질을 하여 겹쳐서 이기는 細心한 注意가 必要하다.

#### (1.6) 特殊 配給劑

再生고무, 팩티스 등을 使用할 때는 먼저 로울러에서 내림한 후 使用하여야만 分散이 잘된다. 스펀지고무用 發泡劑는 로울러 溫度를 特別히 指定하지 않으면 自然 發火의 염려가 있다.

過酸化物 架橋劑의 使用도 마찬가지로 細心한 注意를 要한다. 電導性 카아본블랙이나 透明 炭酸마그네슘을 混合할 때의 칼질 禁止 등 많은 特殊 混練技術이 있다는 것을 알아야 한다.

## (2) 各種 고무의 로울러 混練 特性

### (2.1) 天然고무

可塑度가 낮아지기 쉬운 天然고무를 理想的으로 混練한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 混練이 지나치면 分散은 잘 되겠지만 고무의 鋼性이 낮아져서 로울러에 달라붙고 힘이 弱한 고무製品이 되어 버린다. 또한 短時間으로 처리하면 分散 不良은 勿論이고 押出이나 칼렌더作業이 잘되지 않는다. 따라서 適正 混練을 한다는 것이 매우 重要하며 天然고무에 있어서 合成고무보다 이 點이 어려운 點인 것이다.

### (2.2) SBR

可塑度 變化가 적으므로 加粉配合劑類의 分散은 意外로 좋은 便이며 粒子의 크기, 形態 等의 影響이 天然고무보다 확실히 나타난다.

合成고무는 같은 종류의 카아본블랙이나 炭酸칼슘이라 할지라도 單獨 使用보다 다른 種類와 混合하여 使用하는 것이 偏差가 적고 均質한 性能을 얻기 쉬운 것으로 알려져 있다.

SBR은 스티렌이라는 熱可塑性 物質을 含有하고 있기 때문에 高溫에서는 急激히 軟化되므로 반버리믹서와 같은 高溫 混練法이 適合하며 多量의 기름 添加를 必要로 한다. 따라서 기름의 添加方法이 分散에 重大한 影響을 준다. 기름은 가급적 뒤에 넣는 것이 分散 向上의 秘訣이다.

### (2.3) CR

混練性은 天然고무와 비슷한 合成고무이지만 다음과 같은 特殊한 物性 變化를 일으키며 로울러에 달라 붙거나 스크오치를 일으키기 쉬우므로 注意를 要한다.

表 6-4. CR와 NR의 溫度特性

相 變 化	G N 型	W 型	天 然 高 무
彈 性 相	常溫~70°C	常溫~80°C	常溫~100°C
粒 狀 相	70~93°C	80~93°C	100~120°C
可 塑 相	93°C 以上	93°C 以上	135°C 以上

W型은 G型보다 可塑化가 困難하다.

原理적으로는 混練은 彈性相의 鋼性을 利用하지 않으면 分散이 잘되지 않는다. 따라서 段階적 低溫 로울러에서 하는 것이 좋다. 加粉配合劑類의 混合은 한번에 하지 않고 少量씩 添加하며 방크上에 될 수 있는대로 모이지 않게 하고 軋질도 자주 하지 말아야 할 것이다. 酸化마그네슘을 最初에 加하는 것이 脫鹽酸을 防止하는 意味에서 重要하며 架橋劑인 酸化亞鉛은 最後에 加한다. 酸化亞鉛도 黃과 마찬가지로 分散이 어려운 것이며 스크오치의 最大原因은 이 酸化亞鉛의 分散 不均一에 있다는 것을 알아야 한다.

#### (2.4) IIR

剛性이 없는 軟質의 고무인만큼 粉劑의 分散이 가장 힘들다. 로울러에 감기자미가 카아본블랙 및 실리카 系統의 硬質化 加粉配合劑類를 最初에 混合한 다음 黃, 酸化亞鉛 등의 重要 藥品을 少量씩 添加하는 것이 요령이다. 加黃劑(例 폴리-*카*-디니트로소벤젠, Polyac) 및 IIR의 熱處理助劑(例 N-메틸-N, N'-4-디니트로소아닐린, Elastopar) 등을 처음에 混合하여 130~150°C의 高溫 로울러에서 30分쯤 熱處理한 다음 冷却 放置하였다가 일반 低溫 로울러에서 常法의 配合劑 添加 順序로 하는 方法도 있다.

配合劑 特히 白色 補強劑를 多量 配合하면 로울러에 粘着하기 쉬우나 스테아르酸(1~3 PHR), 스테아르酸亞鉛(2~5 PHR), 파라핀 또는 低融點의 폴리에틸렌 (2~5 PHR)의 어느것이나를 加해주면 어느정도 防止된다. 부톡시에틸디글리콜카르보네이트(butoxyethyl diglycol carbonate, BXDC)나 트리 부톡시에틸 포스페이트(tri butoxyethyl phosphate, KP-140)와 같은 特殊 藥品을 1 PHR 添加하면 完全히 防止된다는 文獻도 있으나 接着이 나빠지는 缺點이 있다. 藥品을 使用하지 않는 方法으로서 ① 로울러 溫度를 높일 것(合成 고무 特히 IIR의 경우는 天然고무와는 反對로 로울러 溫度가 낮을 수록 粘着性이 強해진다). ② 軋 間隙을 넓게하여 摩擦力을 減少시킬 것 등이다.

또한 처음에 고무量을 적게 投入하고 加粉配合劑類 投入이 進行됨에 따라 高溫을 조금씩 添加하는 方法(seed method)도 있다. 앞 물보다 뒤 물의 溫度를 15~20°C 정도 高溫으로 하여 (天然고무와 反對) 軋 間隙을 바짝 좁힌(tight Nip) 作業을 하면 分散이 잘 된다.

## (2.5) NBR

여물어서 困難한 代表的인 고무가 NBR인데, 이 여문 特性을 잘 利用하여 分散시키는 것이다. 黃의 分散이 잘 안된다는 것은 共通的이지만 特히 NBR 에서는 黃의 分散이 가장 困難하다. 따라서 먼저 黃과 酸化亞鉛을 添加한 다음 (고무 全體에 對하여 散布하는 式으로 조심스럽게 投入) 카아본블랙을 包含한 充填劑의 1/2量을 添加하고 칼질을 하여 이진 다음에 나머지 1/2 量을 添加하고 最後에 軟化劑, 加工助劑, 促進劑를 加한다.

## (2.6) 스테레오고무(stereo rubber)

一般的으로 溶液重合法으로 만든 合成고무는 剛성이 弱하며 所謂 콜드플로우(cold flow)성이 있으므로 大體로 IIR에 가까운 混練 特性이 있다. 따라서 1/3量의 가루配合劑類를 먼저 加하여 고무를 여물게한 다음에 黃, 酸化亞鉛 등을 添加하고 나머지 粉劑를 加하는 것이 좋다.

## (2.7) 블렌드고무((blend rubber)

混合비가 70% 以上인 主體 고무의 混練 特性에 準하여 混練하면 된다. 各各의 고무에 主要 配合劑를 미리 混練한 (pre-compounding) 것을 블렌드하는 所謂 콤파운드 폴리머 블렌딩(compound polymer blending) 방식이 좋다는 說도 있으나 이러한 方法은 서로 極성이 다른 고무(例:天然고무와 CR의 경우에는 良好할지 몰라도 極성이 같은 고무(例:天然고무와 SBR)의 경우에는 不必要하다.

## (3) 量產型 混練法

### (3.1) 에이프론 로울러(apron roll)法

연속 콘베어벨트의 에이프론을 使用한 가장 原始的인 自動 混練裝置이며, 반리믹서가 나오기 以前에 單純 配合의 量產用으로 使用된 것이나 多種多樣的 用途에는 不適하다.

### (3.2) FCM法 (Farrel社 連續混練法)

一種의 二連式 押出機로 스크류 部分과 로우터 部分으로 構成되어 前者는 混合을 後者는 押出 役割을 한다. 高溫 混練法을 採用하여 高能率은 勿論 分散度도 良好하다는 것이다. 그러나 이 方法은 마스터베크의 製造 또는 混練

고무의 熟入(pre-heating) 以外에는 實用化되고 있지 않는 것 같다. 英國에서는 FBCM이라는 名稱으로 改良型이 歐洲地域에서 發賣되고 있다고 한다.

### (3.3) 高溫 混練法(Banbury mixer)

반버리믹서에서 120°C 以上の 高溫에서 고무를 내림한 다음에 계속하여 混練作業에 들어가는 것이다. 고무를 可塑化하여 加硫配合劑類를 混合하기 쉽게 하기 위하여는 高溫일수록 軟化가 進行되며 混合하기 쉽게 되나 한편으로 너무 剛性을 낮추게 되면 分散이 나빠지거나 카아본 겔(carbon-gel)을 增加시켜 좋지 않다. 따라서 高溫 混練法은 原則적으로 加硫 短時間(2~3分間)에 粗練하는 方法이라 생각하고 그 다음에 오픈 로울러(open roll)에서 低溫 混練法으로 完全한 混合 分散을 하는 것이다.

반버리믹서는 결코 完全한 混練 機械는 아니지만 能率面에서는 絶對적으로 有利하며 機械의 性能도 점차 進步 改良되고 있다. 반버리믹서와 混練 로울러機(open roll)의 長短點을 比較해 보면 다음 表 6-5와 같다.

表 6-5. 반버리믹서와 混練 로울러의 長短點 比較

반버리믹서(Banbury mixer)	로울러
<p>[長點]</p> <p>① 混練效果가 좋다</p> <p>② 合成고무도 天然고무와 同量의 混練이 可能하다.</p> <p>③ 設置面積이 적다</p> <p>④ 熟練을 必要로 하지 않는다</p> <p>⑤ 混練된 고무의 不均一이 생기지 않는다</p> <p>⑥ 카아본의 飛散이 없으므로 作業場이 깨끗하다</p> <p>[短點]</p> <p>① 配合物의 分散이 不良하다</p> <p>② 混練量의 調節을 크게 할 수가 없다 (뱃지量 制限)</p> <p>③ 多種 少量 混合에 不利하다</p>	<p>[長點]</p> <p>① 配合物의 分散이 良好하다</p> <p>② 混練量의 調節이 可能하다</p> <p>③ 多種 少量 部品 生産에 有利하다</p> <p>[短點]</p> <p>① 混練 能率이 不良하다</p> <p>② 設置面積이 크다</p> <p>③ 熟練을 必要로 한다</p> <p>④ 混練된 고무의 不均一이 많다</p>

### (4) 混練狀態의 判定 및 不良對策

混練이 끝난 고무 뱃치에 對하여 混練作業이 正常的으로 되었는지를 確認



하는 것은 매우 重要하며 여러가지 方法이 있으나 첫째로 벤티의 무게를 秤量하는 것이 가장 簡單하며 確實한 方法이다.

實際로는 고무中の 水分의 蒸發, 粉末의 비산, 기름의 附着 等 理論 總量보다 減少하는 것이 보통이나 문제는 몇 %의 減量이냐 하는 것이며 어느 정도의 均一性이 있느냐 하는 것이다.

어느 工場의 例를 들면

試驗로울러의 경우는 1% 以內, 22인치 로울러의 경우는 3% 以內가 最大 許容限度로 되어 있다.

또한 고무벤티를 다음 工程으로 넘기기 以前에 그 妥當性 여부를 確認하기 위하여 分散度, 可塑度, 比重, 加黃度 等を 測定하는 것도 매우 重要하며 試料를 採取하는 方法도 公式에 따라 所定の 샘플링 方式으로 하지 않으면 試驗이 無意味하게 되는 경우가 있다.

配合劑 分散度の 判定을 現場에서 管理하는 方法은

- 1) 肉眼 또는 擴大鏡으로 고무 斷面을 觀察
- 2) 손으로 늘려서 고무 薄層을 觀察
- 3) 고무를 加黃시켜 磨粹機에 갈아서 表面을 觀察

하는 等으로 實用되고 있다. 熟練이 되면 고무 斷面の 色, 光澤으로도 合格, 不合格이 容易하게 判定된다. 分散 정도를 10段階로 分類한 標準 寫眞을 만들어서 分散 比率을 比較 判定하는 方法도 있다.

微粒子의 粉劑일수록, 完全 分散될수록 斷面の 光澤이 增加되며 粗粒子인 것은 完全 分散이 되어도 光澤은 增加되지 않는다. 色物配合의 경우 顔料나 染料는 同一 配合이라도 分散의 良, 또는 不良에 따라 色彩가 크게 變化된다.

또 分散 不良의 粗粒子를 發見하였을 때 그것이 무엇인가를 分析하여 그 原因을 追求하여야 한다. 簡單한 分別 方法으로는 鹽酸을 加하였을 때,

- 1) 서서히 溶解하면 酸化亞鉛
- 2) 發泡하면서 溶解하면 炭酸칼슘이나 炭酸마그네슘
- 3) 溶解하지 않으면 클레이, 실리카, 黃酸바륨

等으로 大體的인 豫測이 됨으로 그 配合劑의 水分과 粗粒子의 有無를 檢討

한다.

分散不良을 일으켰을 때 고무를 많이 이질수록 剛性이 떨어지고 溫度가 上昇하여 粉劑를 말아 넣는 힘이 없어지므로 계속 이기는 것은 逆效果이며 이러한 경우에는 고무를 充分히 冷却한 다음(가급적 하루밤 熟成) 잘 冷却된 로울러에서 조금씩 罫내림하는 作業을 하여야 한다.

混練時 分散不良의 原因으로 생각되는 條件을 參考로 列擧하면 아래와 같다.

- 1) 내림이 不充分한 고무에 미리 가루 配合劑類를 多量으로 添加할 때
- 2) 칼질을 지나치게 하였을 때
- 3) 롤 間隙이 너무 넓을 때
- 4) 롤 表面에서 가루 配合劑類가 壓着되어 板狀으로 되었을 때
- 5) 롤 溫度가 70°C 以上の 高溫일 때
- 6) 油類, 軟化劑를 먼저 添加하였을 때
- 7) 罫치량이 너무 많을 때
- 8) 가루 配合劑類의 水分(1% 以上) 및 粗粒子가 含有되었을 때
- 9) 油類와 가루 配合劑類를 混合하여 添加하였을 때
- 10) 되돌림고무(return rubber)가 많을 때

分散不良 以外에 均等性이 또한 重要하다. 卽 한 罫치안에서 部分的으로 配合劑의 濃度에 差異가 있는 것이며 이것이 스코오치의 原因이나 加黃의 不均等으로 本質的으로 고무製品을 못쓰게 하는 경우가 많다. 이것을 判定하기 爲하여 고무生地의 數個所에서 試料를 採取하여 灰分의 定量分析, 比重測定, 무우니점도測定, 加黃度試驗 등을 하는 것이다. 이러한 不均等分散을 시정하기 위해서는 로울러에서 罫내림作業을 하는 것이 效果的이다.

## 6.3 成形作業

### 6.3.1. 칼렌더 作業

칼렌더作業을 二種의 作業으로 大別하면,

- 1) 시이팅作業(sheeting) : 고무를 시이트로 壓延하는 것
- 2) 壓着作業(topping, coating) : 고무를 布地와 壓着하는 것
- 3) 프리손作業(frictioning) : 고무를 布地에 밀어 넣는 것
- 4) 겹침作業(doubling) : 얇은 고무를 습쳐서 두터운 고무 시이트로 만드는 것.
- 5) 프로필作業(profiling) : 고무의 表面에 彫刻 무늬를 넣는 것.
- 6) 테일링作業(tailing) : 能率的 내림 및 分散 마무리 등이다.

칼렌더는 2~4가닥의 롤를 組立한 것이며 目的과 用途에 따라 롤의 配置構造가 다르며 約 30餘種에 達한다. 垂直型, 逆L型, Z型 등이 그 代表的인 것이다.

롤의 回轉比에 따라 同一 回轉比의 경우는 單純한 壓着에 依한 壓延作業, 異速 回轉比의 경우는 摩擦에 依한 프리손作業으로 區分된다.

프로필칼렌더는 신발창의 조각무늬 또는 擬革狀의 意匠을 고무面に 주기 위하여 칼렌더의 들째 롤을 彫刻롤로 代置한 것이다.

칼렌더의 歷史는 1854년에 시작되어 그동안 많은 發展을 해 왔으며, 自動車 타이어工業의 急進的 發展과 더불어 칼렌더作業의 近代化가 本格化 되었고, 신발, 防水布, 벨트, 工業用品, 其他의 分野에서도 高精度, 高性能의 칼렌더作業의 重要性이 認識되어 從來의 汎用 칼렌더에서 專門 칼렌더의 單能化로 移行된 것이다.

칼렌더의 技術的 進歩의 例를 들면 다음과 같다.

- 1) 逆L 및 Z型 4가닥칼렌더
- 2) 로울러軸交叉(rollaxis crossing) 크라운 補正
- 3) Zero clearance taper roller bearing의 採用
- 4) Universal joint 連結式 롤에 依한 gear mark의 解消
- 5) Gauge 두께 自動 調整
- 6) 巨大化(32 in×92 in 로울러)
- 7) Counter bending法에 依한 크라운 補正
- 8) Drilled roll에 依한 溫度 調整의 加速化
- 9) 變速 롤 回轉(例: Reonard型 交流→直流 motor)

## 10) 强制 循環 給油裝置

近代 고무工場의 革命兒는 무어라 해도 반버러믹서와 더불어 칼렌더의 巨大한 構造 發展과 그 附屬 設備의 近代化라고 할 수 있을 것이다. 따라서 오늘날의 칼렌더技術者는 고무技術者인 同時에 機械技術者라야 한다는 것이 強要되고 있는 것이다.

多様な 機械 構造에 對해서는 너무나 專門的이고 複雜하므로 省略하기로 한다.

또한 칼렌더作業의 複雜微妙한 技術은 理論대로는 잘 되지 않으며 實際의 經驗 技術이 훨씬 先行되고 있는 것이다. 몇 個의 롤로 構成되었든간에 結局은 2가닥 로울의 組立으로 構成된 機械라고 생각할 수 있으므로 보통의 로울리(open roll)에서 고무配合物이 어떠한 舉動을 하는지의 基礎知識에 立脚하여 實際 칼렌더作業의 經驗 技術을 習得해 나가야 할 것이다.

2가닥 로울리의 내림이나 混練에 있어서 나타나는 現象과 같이 칼렌더作業에 있어서도 다음과 같은 現象을 나타낸다는 것을 基礎知識으로 알아두기 바란다.

- 1) 고무는 溫度가 높을 수록 加壓 시이트化 되기 쉽다. 다만 溫度가 내려가면 復元한다.
- 2) 내림이 잘 된 고무일 수록 加壓되기 쉽고 復元度도 적다. 또한 高溫물일수록 고운 表面으로 시이팅된다.
- 3) 롤 방크가 적을 때 방크는 回轉하면서 롤의 兩端으로 移行한다. 이때 空氣나 異物을 同行함으로 除去하기 쉽다.
- 4) 고무는 原則적으로 溫度가 높고 回轉이 빠른 롤쪽으로 감기기 쉽다.
- 5) 고무시이트를 뽑는 경우 兩端은 急冷되어 收縮이 커지고 凹凸이 심하다.
- 6) 시이팅 方向에 따라 所謂 칼렌더列理(calender grain)가 생긴다.
- 7) 고무량이 적은 配合일 수록 熱傳導度가 나쁘며 表面 收縮이 심하여 고운 表面을 내기 어렵다.
- 8) 앞 롤과 뒷 롤의 回轉比가 클 수록 고운 表面을 내기 어렵다.
- 9) 고무 두께가 두꺼울 수록 空氣가 빠지기 어렵다.

- 10) 시이팅에는 一定한 可塑性과 롤 溫度가 必要하다.
- 11) 一定한 可塑性을 갖기 위하여는 新 混合 生地와 되들림고무 生地(return rubber)의 一定 比率의 混合이 必要하다.
- 12) 一定한 롤 溫度라함은 加熱과 고무混合物의 壓縮熱 및 摩擦熱의 總合熱에서 시이팅에 依하여 빠져 나가는 熱을 뺀 것을 말한다.
- 13) 롤 溫度는 고무配合物の 溫度와 반드시 一致되는 것은 아니다. 고무의 두께와 速度에 따라 다르다.
- 14) 롤의 가닥數가 많아질 수록 表面이 곱게 나오지만 空氣 混入이나 스코 오치의 가능성도 증가된다.
- 15) 鐵製의 롤도 고무와 마찬가지로 低溫에서는 여물고 高溫에서는 무르게 變化한다.
- 16) 고무를 넣으면 롤은 彎曲한다.

다음에 合成고무의 시이팅特性에 對하여 略述코지 한다. 一般的으로 合成고무는 天然고무와는 달리 롤 溫度, 回轉 速度, 速度比率 等に 敏感한 熱可塑性이 强하고 또 本質的으로 내림이 질되지 않기 때문에 彈性→可塑性的 轉換이 질되지 않아서 彈性이 殘存하고 있으므로 收縮率이 크고 또 氣體透過性도 낮기 때문에 空氣가 잘 빠지지 않는다.

一般的으로 合成고무는 시이팅한 고무의 表面이 거친 便이나 이것은 收縮이 크기 때문이다. 이 收縮性은 고무의 내림度 即 可塑性에 關係가 있으며 내림效果가 질들지 않는 合成고무가 收縮度가 큰 素質을 가지고 있다. 最近 加工性 改良型의 低무우니 合成고무(easy processing type)는 이 點을 많이 改善한 것이다.

配合的으로는 粉劑나 油類를 多量 配合하여 고무分 含量을 낮추워 剛性(stiffness)이 빠진 상태의 收縮度가 적은 物性으로 바꾸어 주는 것이다. 即 고무分을 적게하는 充填 效果가 있는 配合劑라면 무엇이든지 收縮을 적게하는 特效가 있는 것이다. 또한 可塑性劑, 加工油, 加工助劑 等 收縮을 적게하는 軟化法이라든지 短纖維나 高스티렌수지 等の 添加에 依한 硬化法 等 고무의 表面을 곱게하는 여러가지 方法이 있으나 어느 方法이든지 고무의 彈性을 줄여서 收縮 特性을 改良하는 原理에서 나온 것이다.

收縮에 의한 表面의 문제는 配合이나 加工技術로 解決을 할 수 있으나 最大의 問題는 空氣의 混入 即 氣泡의 發生문제이다. 合成고무에서는 空氣가 잘 빠지지 않는다는 것은 有名하지만 그 理由는 氣體 透過性이 낮기 때문이며 또한 高溫일 때 透過率의 增加도 天然고무보다 낮기 때문이다. 따라서 空氣 빼기의 常法은 칼렌더 롤의 溫度를 높이는 것이다. 그 理由는 고무가 軟化됨과 同時에 高溫이 되면 氣體의 膨脹으로 空氣의 容積이 增大( $1^{\circ}\text{C}$ 에 約  $1/273$  容積씩 增加)되기 때문이다. 따라서 칼렌더롤의 溫度(특히 溫度差)에 左右되는 수가 많으며 一般的으로 中 롤溫度를 上 롤보다  $5\sim 10^{\circ}\text{C}$  정도 낮게 하는 것이 좋다. 또한 칼렌더作業 前에 고무生地の 熟成을 充分(3晝夜정도)히 하는 것이 좋으며 칼렌더에서 시이팅 後의 冷却도 天然고무의 경우보다 急冷하는 것이 바람직하다. 그러나 이 點은 收縮 防止의 徐冷과는 相反되는 것이므로 重點主義로 하는 수밖에 없다.

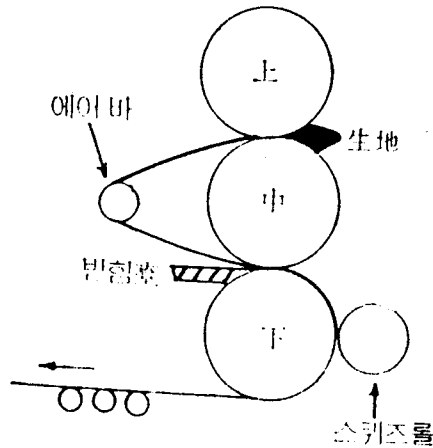


그림 6-2. 理想的인 시이팅 裝置  
부시는 마무리 設備을 하면 더욱 確實性이 있다. 理想的인 시이팅 裝置는 그림 6-2와 같다.

## (2) CR

彈性이 強하고 스킨오치를 일으키기 쉬우므로 까다로운 고무이다. 空氣 混入은 別로 고려하지 않아도 좋으나 收縮문제가 頭痛거리인 것이다. 고무의 豫熱을 加급적 簡略하게 하여 少量씩 칼렌더에 넣어주는 것이 좋다. 또한 CR은 롤 溫度에 對하여 表 6-4와 같은 溫度 特性이 있다는 것에 注目하여야 한다.

## (1) SBR

高溫重合型(hot rubber)은 칼렌더 加工性이 매우 不良하나, 最近의 低溫 重合型 고무(cold rubber)의 低무우니型이나 오일익스텐디드(油展) SBR은 문제가 없다.

그러나 空氣 混入을 일으키기 쉬우므로 칼렌더에 에어바(air barr)와 발힘대(受臺)를 裝置하거나 下 롤에 스퀴즈 롤(squeeze roll)을 附着하여 最終적으로 氣泡를 눌러

即 CR과 같은 結晶性 고무는 溫度에 對하여 敏感하며, 溫度上昇으로 溶融하여 結晶性 彈性 領域에서 無定形 可塑性 領域으로 移行한다(轉移現象). 이 轉移는 低分子의 融點과 같이 一定하지 않으며, 상당한 溫度 範圍에서 徐徐히 轉移하므로 彈性相과 可塑相이 混合된 所謂 粒狀相이라는 中間領域이 있다. 따라서 加工溫度를 設定할 때는 粒狀相은 피하고 低溫의 彈性相이나 高溫의 可塑相 領域을 골라야 할 것이다. 高分子인 고무에서는 結晶相이라 함은 若干 彈性이 있는 可塑性 狀態를 意味한다. 알기 쉽게 말하자면 結晶性 天然 고무의 내림 狀態에서 剛성이 조금 남아있는 경우에 相當한다. 따라서 이 狀態에서 充分히 시이팅을 할 수 있는 것이다. 空氣가 들어가는 걱정은 없으나 收縮率이 若干 強한 缺點이 있어 正確한 두께나 고운面을 빼기는 어렵고 粗壓延 시이팅에 限한다. 即 普通의 프레스加黃 生地를 시이팅할 때는 이 低溫 시이팅을 하는 것이 定法이다.

可塑相에 있어서는 精密 시이팅은 93°C 以上の 高溫에서 한다. 彈性이 전혀 消失된 完全한 可塑化 狀態에서 시이팅함으로 收縮性도 거의 없으며 平滑한 고무시이트를 얻을 수가 있다. 그러나 反面에 물面에 對한 粘着性이 增加되고 스크오치도 일어나기 쉬우며 되돌림고무 生地의 混合 制限 等도 문제가 된다.

다음 表 6-6은 CR 고무의 칼렌더 시이팅할 때의 溫度의 一例를 들은 것이다.

表 6-6. 칼렌더 시이팅 區分에 따른 물 溫度

		粗面 시이팅	精密 시이팅
上	물	50~65°C	90~120°C
中	물	50~65°C	65~90°C
下	물	25~50°C	25~40°C 또는 90~120°C

W型和 GN型の 溫度差에 對하여 말하자면 W型 特히 WB型은 加工性 改良型이므로 收縮이 적고, 平滑한 시이트가 나오며, 칼렌더의 溫度 範圍가 상당히 넓다. 이에 反하여 GN型은 물에 약간 粘着하기 쉬운 傾向이 있으므로 W型 보다 低溫에서 할 必要가 있다.

### (3) NBR

合成고무 중에서 칼렌더作業을 하기 어려운 것에 속한다. 低溫 重合型 特히 加工容易型에 多量의 가루 配合劑와 油類를 混合한 生地는 大體로 圓滑하게 사이팅 된다.

一般的으로 水 溫度는 天然고무보다 5~10°C 정도 低溫으로 하며 粘着性 때문에 水에 달라 붙는 性質이 나타나면 溫度를 若干 올려준다. 이 點이 一般 合成고무와 天然고무의 本質的인 相違點이며 天然고무는 溫度가 높은 水에 달라 붙고자 하나 合成고무는 溫度가 낮은 水에 달라 붙는 傾向이 있다. 卽 高溫이 될수록 收縮하여 水에서 떨어져질려고 하는 것이다.

### (4) IIR

IIR는 充填劑 15部 以上の 配合에서 부터 칼렌더作業이 可能하나 가장 作業하기 쉬운 것은 40部 以上の 配合이다. 水 溫度는 天然고무보다 高溫이며 다음의 範圍가 提案된다.

上 水 88~104°C, 中 水 71~88°C, 下 水 88~110°C,

NBR의 경우와 같지만 一般的으로 合成고무의 경우에는 下 水 溫度를 그렇게 低溫으로 할 必要가 없다. 오히려 最終 水를 高溫으로 하여 공기빼기를 完全히 하여야 한다.

IIR는 氣體透過性이 극히 낮은 것이 有名함으로 공기빼기는 特히 조심하여야 한다. 豫熱 水은 스코오치를 일으키지 않을 정도로 高溫에서 이기고 먼저 氣泡를 加급적 여기서 除去하도록 努力한다. 生地 供給도 加급적 少量씩 하고 水 방크도 加급적 적게한다. 高溫 칼렌더가 IIR用임은 常識이지만 高充填 配合劑를 잘못하면 溫度를 높어도 水에 粘着하여 困難하다. 이 경우는 스테아르酸亞鉛을 조금 뿌려준다. 왁스, 低分子量 폴리에틸렌 등의 添加 配合도 勿論 有效하다.

### (5) EPT

IIR와 反對로 空氣빼기는 良好하다.

칼렌더 溫度는 100°C 以上の 高溫으로 할 必要가 있다. 粘着性 걱정도 거의 없고 收縮性도 적다.



### 6.3.2 押出作業

고무의 押出作業이라함은 고무 混練 生地에 熱과 可塑性을 주면서 앞으로 밀어내어 다이로 一種의 成型을 하는 方法에 지나지 않다. 押出機라 해도 워엄스크루우(warm screw)가 圓筒形의 실린더 內部에서 回轉하고 있는 簡單한 機械라고 말할 수 있으나 實은 이 簡單한 作業이 어려운 高級 理論을 適用할 수도 없는 매우 까다로운 作業으로 고무의 性質, 配合의 特性, 押出機의 特性 등을 充分히 알고 老練한 經驗에 依하여야 좋은 成果를 얻을 수 있는 것이다.

押出機는 그 構造는 簡單하지만 內部的으로는 여러가지 技術的인 要素가 많으며 칼렌더와 마찬가지로 多目的性을 띠고 單純한 押出成型 以外에 下記와 같은 여러가지의 고무 加工技術에 應用된다.

- 1) 押出成型(棒狀, 튜브狀, 시이트, 複式코오팅 등)
- 2) 내림(Gorden plasticator)
- 3) 連續 混合(例: FCM)
- 4) 異物 除去 濾過(strainer)
- 5) 射出成型(injection molding)
- 6) 豫熱
- 7) 脫水, 脫空氣(vent extruder)
- 8) 再生고무 製造(reclaimator法)

押出機의 構造에 對하여 略述하면 스크루우의 나사構造, 핏치의數, 리이드(lead)의 길이에 따라 押出機의 性能이 달라진다.

고무用은 單式 나사와 複式 나사가 있으며 單式은 핏치=리이드, 複式은 핏치 =  $\frac{1}{2}$  리이드의 경우이며, 後者는 前者에 比하여 나사數가 많으므로 押出力(壓縮比)도 크고 同一 回轉時는 押出量도 많아진다. 勿論 나사의 깊이(flight depth)도 영향을 미치므로 一定한 경우에 限한 것이다. 또 從來의 均一 핏치方式이 最近에는 變動 핏치(variable pitch)方式으로 變하고 있다. 이 경우는 壓縮率이 차차로 增加하기 때문에 急激한 可塑性이나 熱變化를 주지 않으므로 精度가 높은 押出製品을 얻을 수가 있다.

다음에 스크루우의 길이(L)와 지름(D)의 關係를 L/D라고 表記하며 押出機의 性能을 評價하는 경우에 重要な 資料로 되어있다. 即 L/D가 적을 수록 짧은 것이며, 클 수록 길고 멎있는 押出機를 意味한다.

一般的으로 L/D는

天然고무配合의 경우	3~5
合成고무配合의 경우	5~10
플라스틱의 경우	15~20

의 정도로서 押出되는 重合體의 可塑性나 스크오치性 등의 關係도 變化된다.

스크루우와 실린더 內壁 사이의 間隙(clearance)이 作業上 매우 重要하다. 4인치 스크루우의 경우 最大 許容 間隙은 0.035 in(0.889 mm) 即 반지름으로는 0.45 mm 以上の 빈틈이 있으면 不合格인 것이다.

흔히 고무工業用으로 使用되고 있는 押出機의 標準規格의 例는 다음 表 6-7과 같다.

表 6-7. 고무工業用 押出機의 標準規格

機種別 지름 D(in)	스 크 루 우		L/D	所要馬力
	길이 L(in)	回轉數(rpm)		
2	9	26~28	4.5	5
2½	11	27~55	4.4	7~7
3½	15½	22~67	4.4	20~25
4½	20	26~78	4.4	30~40
6	27	30~90	4.5	30~90
8	36	26~78	4.5	75~100
10	—	26~80	—	125~150
12	—	16~48	—	—

또 重要的 것은 押出機의 加熱 溫度 條件이며 使用하는 고무의 種類, 配合劑(특히 促進劑), 押出機의 構造, 押出 速度 等에 따라 가장 適切한 溫度 領域을 選定해야 하는데 大體的인 標準은 다음 表 6-8과 같다.

押出作業 中에 強力한 連續的 壓縮力으로 內部에 發熱이 일어나므로 適當히 水冷하여 所定の 溫度 範圍로 調整하여야 한다. 한편으로 供給하는 고무의 可塑性 및 溫度도 一定하게 하고 고무量도 一定量씩 補給하지 않으면

表 6—8. 押出機의 標準溫度(°C)

部 分	NR	SBR	CR	NBR	IIR
실린더	50~60	50~70	50以下	65以下	30~40
頭部	70~80	70~80	60以下	75以下	60~90
다이	80~90	100~105	70~80以下	80~90	90~120

押出된 成形物이 均整하지 못하다. 押出되는 고무의 表面이 粗雜하거나 收縮을 일으키는 경우는 스크오치가 일어나고 있는 것이므로 이때는 水冷이 不充分하다고 보아야 하며, 다이를 빼내고 실린더 中の 고무를 꺼내고 充分히 冷却시킨 다음에 新高무를 넣어서 作業을 다시 시작해야 한다. 또한 押出된 고무의 表面에 押出 方向으로 줄이 그어지거나 고무管이 두쪽으로 갈라지는 경우에는 다이와 芯金과의 사이에 異物이 끼여있는 것으로 보고 除去作業을 할 必要가 있다.

押出作業의 最大 難點은 다이를 만드는 方法이다. 押出된 고무는 粘彈性 物質이므로 길이 方向으로 收縮되고 斷面 方向으로 膨脹되므로 押出된 고무의 形狀은 다이의 形狀과 一致하지 않는다. 그 變形의 程度는 고무의 種類, 含有고무量, 配合내림, 混練, 豫熱溫度, 되들림고무 混入率, 押出機의 構造, 速度 및 溫度 等에 따라 變化되는 것이므로 훌륭한 押出作業의 基礎는 훌륭한 다이의 設計 및 製作 技術에서 出發하여야 한다.

다이의 調整 및 補正은 作業者 自身이 해야 되며 상당한 實地 作業 經驗을 要하는 것이다.

押出機의 지름과 다이의 크기와의 關係에 있어서

1) 다이가 너무 클 때

壓力 不足으로 排出量이 不均一하여 不整形의 原因이 된다. 이때는 變速하여 스크루우의 回轉 速度를 높혀 排出量을 增加시켜야 한다.

2) 다이가 너무 적을 때

壓力 過多로 發熱이 일어나서 고무 스크오치의 原因이 되며 심한 경우에는 押出機가 破損된다. 이 때는 適當한 고무 脫出孔을 만들어 주어야 한다.

押出機와 다이 치수와의 關係比는 어느 程度는 적당하나 하는 문제에 있어서 고무의 配合 特히 硬度, 고무의 種類, 스크루우의 L/D에 따라 달라짐으

로 간단히 말하기는 어려우나 大體로 2인치 스크루우일 때 1/4~1인치, 3인치일 때 3/4~2인치, 4½인치일 때 1½~3인치가 標準으로 되어 있다.

### (1) 一般 押出作業 要領

- 1) 管이 直線으로 바로 押出되지 않고 어느 한쪽으로 구불어질 때는 구불어지는 方向과 反對쪽이 두껍게 나오기 때문이다.
- 2) 管의 두께가 두꺼울 때는 다이를 조여서 안쪽으로 넣으면 된다. 얇을 때에는 反對로 돌려서 밖으로 빼낸다.
- 3) 고무의 豫熱이 不充分할 때와 押出機內의 溫度가 낮을 때는 押出된 것이 굵어진다.
- 4) 押出된 고무 表面이 거칠 때는 다이를 加熱하여야 한다. 그래도 不充分할 때는 配合이 不適當함으로 팩티스, 파라핀, 其他 適當한 軟化劑, 加工助劑 등을 加하여 調整한다.
- 5) 押出하는 굵기에 相應한 押出機를 使用해야 한다.
- 6) 形態가 크더라도 극히 얇은 것을 押出할 때는 適當한 고무의 脫出孔을 만들지 않으면 좋은 結果를 얻을 수 없다.
- 7) 고무의 新陳代謝가 잘 될 수 있도록 注意하여야 한다. 다이의 內部구조를 出口에 가까워질 수록 차차로 지름이 적어지도록 하되 急激히 지름이 적어지도록 하지 말 것이며, 角이 저서 고무가 모이는 곳이 絶對로 없어야 한다.
- 8) 고무의 不純物이 들어 있으면 이것이 다이의 틈 사이에 끼여서 縱裂現象이 일어나는 原因이 된다.
- 9) 配合에 있어서 押出製品은 押出時의 形과 表面狀態가 그대로 製品의 끝마무리가 됨으로 配合에 있어서도 特別히 고려되어야 한다. 一般적으로 軟化劑를 많이 쓰고 促進劑도 스코오치가 일어나지 않도록 遲效性이나 中級 速度의 것을 선택한다. 또한 表面을 곱게하기 위하여 팩티스, 리토폰, 酸化亞鉛, 表面處理 炭酸칼슘, FEF 카아본블랙類 등 所謂 低 모듈러스 補強劑를 많이 配合한다. 그 외에 氣泡防止에는 消石灰, MgO 등을, 變形防止에는 炭酸마그네슘을 使用하는 것이 바람직하다.

## (2) 各種 고무의 押出特性

### (2.1) 天然고무

本質的으로 發達된 粘彈性때문에 押出時의 可塑性, 押出後의 彈性이 協力하여 作業性은 容易하다. 그러나 純고무에 가까운 配合일 때는 溫度나 壓力의 變化에 對하여 粘彈性的의 調整이 困難하다. 即 純고무는 熱傳導率도 나쁘고 熱膨脹率도 대단히 크며 粘性 $\leftrightarrow$ 彈性的의 可逆變化도 敏感하므로 表面 거칠름도 심하다. 따라서 天然고무의 押出配合에 있어서는 多量의 充填劑나 再生고무 또는 팩티스와 같은 非彈性 配合劑를 添加하여 押出速度를 빠르게 하여 表面을 곱게 고른다. 한편으로는 促進劑로서 DPG 또는 MBT와 같은 速效性的의 것을 조금 많은 정도로 配合하여 加黃할 때의 形態 變形을 防止하는데 도움을 준다.

作業中은 軟質이고 作業後에 硬質이 되는 요령으로 配合를 設計한다.

새로운 天然고무로서 SP 고무 또는 PA 80 등이 押出加工 時의 다이膨脹을 防止하고 硬化作用에 依한 偏肉 防止에 도움이 되는 것으로 알려져 있으나 이것도 一種의 加黃고무 블렌드 效果에 依한 粘性 $\leftrightarrow$ 彈性的의 可逆變化 防止에 不適當한 것이다.

### (2.2) SBR

SBR 單獨의 押出作業은 거의 없으며, 天然고무나 再生고무와 混合의 경우가 많다. SBR는 天然고무와는 本質的으로 다르며 可塑性이 弱하고 彈성이 強하므로 押出作業은 어렵고 收縮率도 크고 表面도 거칠기 쉽다. 그러나 溫度를 10°C 정도 높이고 L/D가 다소 큰 押出機를 使用하여 配合를 調節하면 容易하게 解決될 수 있다.

FEF는 押出用으로 開發된 特殊 카아본블랙이며 白카아본 및 活性 炭酸칼슘 등도 押出用으로 使用되고 있으나, SBR과 같은 非結晶性고무는 어느 程度의 高構造性(high structure) 充填劑의 充填 效果에 依하여 配合고무를 單단하게 해줄 必要가 있다.

SBR에도 體質 改善型의 SBR 1009가 있다. 비닐벤젠으로 部分 架橋를 한 것으로 押出助劑로서의 網狀物로 알려져 있다. SBR 1009 20部 以上을 普通

의 SBR에 混合하면 押出特性은 向上하나 物性이 低下된다고 한다. 오일의 스테디드 SBR은 押出機內的 미끄럼으로 因하여 供給 困難 및 能率 低下를 招來하고 表面의 光澤을 줄이므로 可及的 低溫 押出이 바람직하다.

또한 SBR의 共通 缺點은 押出機內的 壓縮變形으로 因하여 發熱이 일어나 기 쉽고 스크오치나 表面거치름을 發生함으로 精度가 높은 高級 押出에는 使用하기 어렵다. 하이스티렌고무 및 樹脂類는 一種의 加工助劑의 目的으로 使用된다. 卽 可塑性 스티렌의 增量에 依한 非彈性化 效果와 硬化에 依한 收縮 防止 效果를 同時에 겨는 것이다.

### (2.3) CR

CR은 本質的으로 結晶性고무로 天然고무와 비슷한 分子構造를 가지고 있어 大體的으로 天然고무와 비슷한 押出技術이 適用된다. 相違點을 攷察하면

- 1) 天然고무의 경우보다 若干(10°C 정도) 低溫으로 한다.
  - 2) 軟質보다는 硬變가 있는 配合으로 한다.
  - 3) 다이膨脹은 NR와 SBR의 中間으로 보고 다이는 若干 적은 程度로 한다
- 一般的으로 GN型 보다 W型이 押出에 適合하며 特히 WB型은 最高로 適合하다는 것이다. W型은 加工性은 좋으나 製品으로서는 強度가 좀 떨어져서 表面도 기릴기 쉽다. 따라서 GN型和 W型을 適當히 블렌드하는 것이 理想的이라고 할 수 있을 것이다. 다음 表 6-9는 네오프렌 GN型和 WB型的 블렌드비에 따른 다이팽창(die swell)의 變化를 나타낸다.

表 6-9. 네오프렌 GN型/W型的 다이팽창성

GN	WB	다이 팽창성 %
100	—	30
75	25	25
50	50	17
25	75	12
—	100	7

### (2.4) IIR

통신용 또는 電線 被覆用으로 그 押出特性은 重要하다. 彈性이 거의 없

으므로 押出作業에서 偏肉이나 空氣混入을 일으키기 쉬운 고약한 고무이다. 따라서 押出機는 L/D가 큰 (例 14정도) 스크루우의 홈이 얇고 핏치가 可變型으로 된 間隙(clearance)이 僅少(5~1.0 mil 程度)한 것으로 플라스틱에 適合한 種類의 機械가 바람직하다. 間隙이 커지면 고무 送込量이 激減함으로 回轉을 빨리해야 하며 이 때문에 스코오치를 일으키기 쉽다.

다이의 膨脹도 큼으로 充填 效果로 防止해야 한다. 카아본블랙은 퍼어니스型 特히 FEF가 有効하다. 더어멀(thermal)型은 거의 防止 效果가 없다. 白色 充填劑로는 실리카, 클레이, 珪酸칼슘, 炭酸칼슘의 順으로 防止 效果가 減少한다. 甕킨대 粒子가 적은 것으로 剛性을 強하게 해주는 것이 押出作業을 容易하게 해주는 手段이며 單純한 外形上의 軟化作用은 IIR의 경우는 逆 效果가 된다.

IIR의 押出을 容易하게 하기 위한 手段으로 加熱處理法이라는 特別한 作業이 있다. IIR를 140°C 以上の 高溫에서 放置하거나 로울러處理를 하면 고무 自體에 部分的 架橋가 일어나고 剛性이 있는 고무로 體質이 改善된다. 이때 一種의 助劑로서 폴리악(Polyac) 또는 엘라스토파(Elastopar)로 알려져 있는 니트로소 化合物을 添加하면 한층 더 效果的이다. 即 加熱處理 또는 助劑(promotor)로 플라스틱의인 IIR의 性格이 若干 고무의 性格을 增加하여

- 1) 콜드플로우(cold flow)를 減少하고 폴리머의 그린(green)強度를 增加하며 押出作業을 容易하게 한다.
- 2) 加黃後의 物性도 改良한다.
- 3) 그러나 缺點으로는 押出表面이 加熱處理를 하지않는 경우에 比하여 거칠은 傾向이 있음으로 溫度 및 配合에 特別한 고려가 있어야한다.

## (2.5) NBR

剛性이 強하고 發熱이 큰 亞문 고무이므로 押出은 쉽지않다. 低무우니의 加工容易型(EP型)으로 耐油性이 許容하는 限 低니트릴고무를 選定해야 한다. 充分한 내림, 完全한 加粉配合劑의 分散은 勿論이고 押出 直前의 豫熱作業으로 一定 可觀度, 溫度, 供給量 等 押出作業의 基本 原則대로 하면 일단 成功할 수 있다. 軟化劑, 潤滑劑의 選定이 特히 重要하며 2~3 PHR의 스테아르酸, 파리핀, 콜타르系 구마론 等を 加工助劑로 添加한다. 充填效果를 얻기

위해서 FEF, SRF의 相當量(30部以上 容量)이 必要하다. 아무래도 잘 안되는 경우는 하이스티렌樹脂를 5~10 PHR 添加하면 耐油性은 若干 低下되나 押出操作은 훨씬 容易하게 된다.

### (2.6) 블렌드고무

實用配合에서는 單一 合成고무만의 配合은 적은 편이며 各種 고무原料를 블렌드하여 使用하는 경우가 많은데 이러한 경우에는 各種 고무原料의 押出特性에 대한 理解가 있으면 블렌드物의 過半量 以上을 차지하는 고무의 特性 要領에 따라 押出作業을 하면 大體로 成功할 수가 있다.

結論적으로 고무原料의 物性 本質에 알맞는 專用押出機를 使用한다면 押出作業은 容易한 것이나 現在 中小企業의 現狀으로는 舊式의 天然고무用 押出機 1 臺로 무엇이든지 押出해야 할 立場이고 보면 押出特性에 대한 공부와 豊富한 經驗이 必要한 것이다.

### 6.3.3 糊引作業

糊引作業이라 함은 고무配合物을 適當한 溶劑에 녹인 고무풀 또는 라텍스狀의 配合水分散糊를 糊引機로 布地에 塗布 또는 直接 型을 浸漬하여 防水布, 布靴, 布入팩킹, 고무테이프 등을 만드는 方法이다. 前記 칼렌더作業中에 布地에 고무를 壓着하는 경우, 布와 고무의 密着을 完全히 하기 위하여 미리 布地에 고무를 糊引하는 作業도 이에 屬한다.

고무풀을 만들려면 溶解槽와 攪拌機가 사용된다.

이것은 고무를 溶劑에 녹이는 簡單한 作業이지만 經驗上 다음의 條件이 必要하다.

- 1) 時間을 주어서 천천히 膨脹, 分散, 溶解의 過程을 거치도록 한다.
- 2) 一定 方向의 攪拌으로 고무의 긴 사슬分子를 멋대로 切斷하지 않는다.
- 3) 急激한 攪拌은 局部的 發熱에문어 早期加黃을 이끈다.

또한 고무풀 調整上 基本的 技術로서 다음과 같은 點에 注意하여야 한다.

- 1) 原料고무의 내림을 一定하게 한다.
- 2) 混練條件도 一定하게 하여 標準粘度를 유지한다.
- 3) 糊의 濃度(고무生地量과 溶劑量의 比率)를 조정한다.



4) 密閉된 冷暗所에 貯藏한다.

5) 火災, 人體 有害性에 特히 細心한 注意를 기울인다.

糊引에 使用하는 布가 水分을 含有하면 고무의 接着이 不良하므로 건조기 에 걸어서 水分을 除去하고 주름, 異物의 附着 等도 미리 檢査하여 準備한다. 고무의 塗附 상태는 布의 種類, 고무糊의 濃度, 糊引 速度, 糊引用 칼(Doctor knife)의 位置 및 角度 等에 따라 變化된다. 천발 사이에 고무풀이 平均的 으로 잘 들어가도록 하는 것이 必要하며 最少量의 高무를 附着시켜 接着性 이 充分하도록 해야 한다.

이 때에 고무溶劑量으로 乾燥 能力이 決定됨으로 布地의 引張 速度는 高 무풀의 塗附 상태에 따라 加減하지 않으면 半乾 또는 過熱에 依한 表面의 氣 泡 發生을 일으킨다. 一般的으로 最初에 塗布되는 高무量은 두번 째 塗布量 보다 倍가까이 塗附됨으로 速度를 늦추어야 한다. 即 表面만 乾燥하고 內部 에는 溶劑가 남아 있어서 接着力 低下의 原因이 된다.

糊引 中の 最大 注意點은 칼(Doctor knife)과 고무의 摩擦에 依하여 發生 하는 靜電氣 스파크에 依한 發火이며 타기 쉬운 溶劑와 고무의 存在는 工場 火災의 原因이 된다.

보통 除電 裝置로는 糊引機 全體에 完全한 어어드(earth)線을 接地하는 것은 勿論이거니와 칼이 닿는 布地의 下面의 蒸氣管에 작은 구멍을 뚫어 蒸 氣를 조금씩 적시어 濕度를 높혀 靜電氣 發生을 空氣 이온化로 放電 解消시 키는 方法이 一般的으로 採用되고 있다. 또한 特別한 高周波 除電 裝置도 發賣되고 있다.

#### 6. 3. 4 準備 加工作業

前述한 各種 作業工程을 마친 配合고무 成型品은 加黃作業에 들어가지 前 에 製品의 種類에 따라 加黃方法에 適合한 各各의 形態로 裁斷, 切斷, 重合 壓着, 接合 等の 準備 加工作業을 하게 된다.

混練生地의 一般的 取扱法에 對하여 말하자면 칼렌더나 押出機에서 고무 는 상당한 高溫 處理를 받고 있으며 特히 고무表面은 內部에 比하여 黃의 溶解度가 높아져서 너무 오래 동안 放置하면 冷却後 表面에 結晶 析出되어

나온다. (블루움 現象). 外觀的으로나 接着 其他의 物性面에서 惡影響을 주는 것이므로 必要 以上으로 長時日 放置하지 않도록 作業管理에 注意하여야 한다. 混練生地를 一定 期間(적어도 一晝夜) 放置하는 것이 必要하며 이것을 熟成이라고 한다. 熟成이라함은 고무가 로울러作業, 其他 作業으로 苛酷한 應力(stress)을 받아서 高分子 構造的으로 상당한 피로를 받고 있으므로 休息을 주어서 應力을 解消시키는 것이라고 생각하면 된다. 이 熟成期間 中에 고무는 充分히 收縮이 되어 切斷 等の 加工作業 後에 치수의 變化가 發生하는 것을 防止한다. 또한 切斷 前에 고무生地를 豫備 加熱하여 收縮을 防止하는 수도 있다.

成型用 機械로서는 一般用으로 裁斷機, 切斷機, 壓入機, 捲孔機, 壓着機 等 以外에 各 製品別로 專門化된 것, 例를 들면 自轉車 타이어用 成型機, 고무 롤 및 호오스의 成型機, 래핑機 및 벨트用 成型機 等이 있으나 여기에서는 省略하기로 한다.

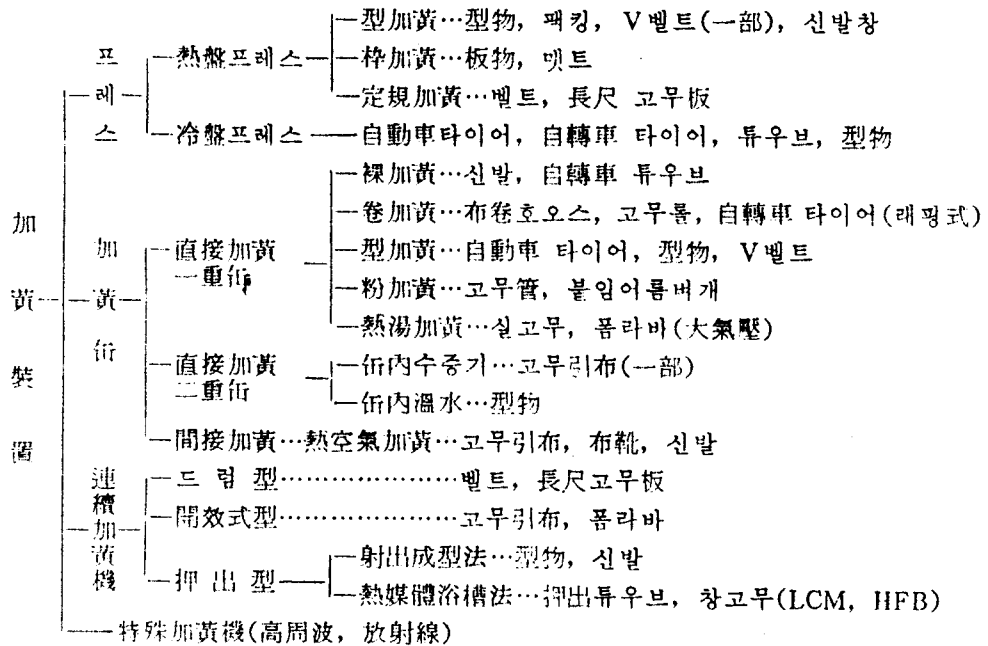
이 準備 成型 加工作業의 良否는 다음의 加黃作業에서 製品의 不良率을 크게 左右하게 되므로 매우 重要한 것이다.

#### 6.4 加黃作業

加黃이라는 것은 鎖狀 高分子인 고무 中에 있는 不飽和 二重結合에 黃이 作用하여 지금까지 自由自在로 움직이던 고무分子가 網狀結合을 일으키는 것을 말한다. 即 熱可塑性고무가 彈性고무로 變하는 것이다. 黃이 고무分子間의 架橋役割을 한다고 해서 架橋效果라고도 말한다.

合成고무의 進歩에 따라 黃 以外의 酸化亞鉛, 過酸化物, 樹脂(phenol 系), 아민類, 放射線物質의 添加 等으로도 架橋反應이 일어나는 것은 既知의 事實이다. 이러한 것을 總括的으로 加黃이라고 한다.

고무 加工技術은 모든 工程이 매우 어려운 것이며 加黃作業은 簡單하게 보이지만 複雜怪奇한 技術에 屬한다. 그 方法도 매우 多樣하며 現在 實行되고 있는 加黃方法과 設備의 分類는 다음과 같다.



#### 6.4.1 加黃과 熱作用

고무工場에 있어서 實際의 加黃條件은 製品의 種類, 形狀, 고무材質, 熱源, 熱傳導 等에 따라 달라짐으로 單純하지 않다. 加黃技術을 배우기 위하여는 아래와 같은 고무의 熱的 性質을 알아둘 必要가 있다.

- 1) 熱의 不良導體이다. 熱傳導度가 鐵의 1/500, 물의 1/5, 空氣(斷熱材)의 6倍이다.
- 2) 金型을 加熱하여도 속의 고무는 쉽게 加熱되지 않는다. 比熱(溫度를 1°C 上昇하는데 要하는 熱量)은 鐵의 4倍以上
- 3) 熱容量(比熱×質量)은 配合 및 製品의 크기에 따라 複雜하게 變化한다
- 4) 加熱에 依한 體積變化가 심하며 收縮, 끝달림(barr), 空氣混入의 機會가 많다(體積 熱膨張率이 鐵의 22倍이며 固體보다도 液體에 가깝다)
- 5) 粘彈性的 變化와 加黃(早期 스크오치를 包含하여)이라는 큰 問題가 있다.

