

應用 고무 加工技術 12講(Ⅲ)

金子秀男 著
李德杓 譯

第 5 講 混練作業

1. 混練(섞이김)이란 무엇인가?

물위에서 素練(내림)고무에 配合劑를 이겨 넣어 均等하게 分散시키는 作業이다.

이 境遇 「물위에서」란 말의 뜻이 重要的 것이다. 물은 오픈로울러이던 벤버리型로우터이던 相關하지 않는다. 混合(섞음)이라고 普遍的인 用語를 使用하는 고무장이도 많지만 이런 用語는 라텍스의 교반기 混合이나 가루 配合劑類의 블렌더 混合과 混同할 憂慮가 있으므로 나로서는 混練(섞이김, roll mixing)으로 統一하고자 한다. 또 混合과 分散은 뜻이 틀리는 말이다. 卽, 섞이김이란 고무에 가루가 먹혀 들어간 것만으로는 안되고 가루를 充分히 分散시키지 않으면 안된다고 말하는 이도 있지만 混練이란 文字를 使用하면 이 混合과 分散의 두가지 뜻이 自然히 含蓄된 것이다.

이 混練作業은 素練作業과 마찬가지로 고무工業의 製造工程中에서 가장 重要的 것이므로 技術的으로 그 基本이나 理論을 充分히 習得하여 둘 必要가 있다. 그러나 配合劑의 種類, 質, 量, 添加 順序 等の 要因 以外에 設備, 作業者의 버릇도 考慮되어야 하기 때문에 工程管理가 가장 어려운 作業이다. 더우기 配合劑 自體의 品質의 多樣性 等 「아는 이만이 안다」는 格이어서, 나는 混練作業으로 一定 品質을 얻는 것에 오히려 不可思議함을 느끼며 아울러 不知不識問에 習慣的으로 이루어지고 있는 混練技術에 우선 敬意를 表하고 싶다. 오래전에 나는 恩師 시몬즈博士로부터 「고무技術은 물

위에서 생각하고 물위에서 배워라」라고 배웠던 터라 처음 물위에서의 가루의 不可思議한 舉動에 놀랐던 일이 생각난다.

1.1 混練의 어려움

- 1) 試驗室에서 滿足할만 한 結果를 얻은 配合이라도 現場에서 하였을 때에는 반드시 滿足한 結果가 얻어지지 않는다.
- 2) 어떤 짝의 工員이 이기면 滿足한 結果가 얻어지는데 다른 짝의 工員에게 시키면 전혀 못쓰게 되는 수가 있다.
- 3) 똑같은 配合으로도 어떤 工場에서 훌륭한 結果를 얻었다고 하여서 다른 工場에서 시키면 반드시 같은 結果를 얻지 못할 것이다.
- 4) 매우 오랫동안 어떤 配合으로 훌륭히 製品이 흐르고 있었는데 어떤 날 突然히 不良이 생겨 原因 追求에 나섰더니 아무 對策도 講求하지 않은 사이에 混練이 不良이 消滅하였다.

以上은 美國에서 고무配合의 不可思議로 옛부터 지금에 이르기까지 이야기 되어 내려오는 有名한 通則(axioms)이다.

고무配合처럼 「두려운 것」은 없다. 고무技術者는 이 配合 때문에 얼마나 苦生을 하는지 모르겠다. 이 「恨 많은」 配合에 對하여 以上の 4個條 通則은 美國의 고무장이들이 어떻게 생각하고 있는 가를 吟味할 좋은 機會라고 생각한다.

[參考] 아래에 Vanderbilt Handbook (1948) p. 587에 실린 原文을 紹介한다.

AXIOMS IN THE RUBBER INDUSTRY

- ① A formula which has given satisfactory result in the laboratory does not always give the same

result in the factory.

② A formula which works satisfactory with one group of operators does not necessarily work satisfactory with another group.

③ A formula which has given satisfactory results in one factory will not necessarily give the same results in another factory.

④ A formula which has worked satisfactory for a great length of time may suddenly cause trouble, and the trouble may just as suddenly disappear.

勿論 이 不可思議의 原因이 모두 混練作業의 어려움에 있다고는 생각하지 않으나 우리들의 經驗으로는 殆半이 그것에 原因한다. 특히 위의 4)와 같은 例는 諸君의 工場에서도 이미 때때로 經驗한 일이라고 생각하는데 이런 때에 서둘러서 配合表를 變更하지 말아야 한다. 나도 現場에서 配合의 變更을 強要 當하는 境遇에 일부터 前配合과 같은 것을 모르는 체 하고 흘리면 「이번 配合으로 좋아졌읍니다」라는 이야기를 들었다. 그 理由는 새 配合이라는 것에서 일단 緊張된 氣分으로 모든 操作 特別 混練을 精誠드려 하는 結果 原來의 狀態로 되돌아간 것 같다.

2. 混練 標準作業

고무장이 말로 가루나 기름을 먹이는것 卽 混練은 보기에 따라 簡單한 操作같이 보이나 作業의 能하고 그 령지 못함으로 製品 性質에 優劣을 낳는 것은 勿論이고 工程上에서도 여러가지 支障을 招來하는 수가 있다. 그러나 가루투성이가 되어 하는 重勞動에 屬하는 일이기 때문에 細密한 곳에 이르기까지의 技術管理는 實際面에서 매우 困難하고 粗雜하며 대충적이므로 重要 部門만은 소홀히 하지 않는 注意가 必要하다.

混練作業이라고 하면 예전에는 될수록 빨리 이겨내는 短時間 노르마作業이어서 로울러의 프페입위에 白墨으로 '바를 正'字를 많이 쓰는 것이 자랑 거리였었다. 勿論 그같은 재빠른 이깎技術도 쓸모가 없다고만 할 수 없는 것을 간직하고는 있으나 요즘의 混練은 로울러의 크기나 作業者의 熟練度에 關係없이 一定하며 適當한 均質分散을 保持한다는 所謂 混練 標準作業을 要求하게끔 變遷한 것은 여러분이 이미 아시는 바이다.

이러기 爲해서는 一定한 作業標準 카아드를 配合表마다 準備하지 않으면 안된다. 그리고 그 카아드에는 적어도 다음 10個項이 竝박竝박 記錄되어 있어야만 한다.

1) 混練 롤 溫度

2) 롤 間隙

3) 配合劑 添加 順序

4) 各各의 所要 時間

5) 全 工程 完了의 所要 時間

6) 混練 完了 배퀴의 重量 체크

7) 混練 完了 배퀴의 冷却 方法

8) 特殊 配合 (例를 들면 스폰지)인 때의 配合 方法

9) 混練 完了 배퀴에서 抽出 試料의 採取 方法

10) 混練 完了 배퀴의 記錄(카아드나 꼬리표를 붙여 도록 한다.)

① 配合 番號

② 배퀴 番號

③ 年月日

④ 作業員 番號

⑤ 試驗 結果

⑥ 使用處

⑦ 칼라 인덱스(부틸고무)

以上과 같이 매우 귀찮은 일이지만, TQC가 要求되기 始作한 오늘날 規格이 까다로운 工業用 고무製品과 같은 多品種 少量 生産인 境遇에는 이만한 배퀴 콘트롤을 하지 않으면 品質의 一定 保障이 어려워진다.

내 講議도 大體로 위의 順序에 따라 進行하려고 한다. 또 基礎的인 오픈로울러로 부터 始作하여 맨버티믹서와 에이프프로울러를 거쳐 끝으로 現在 興味의 中心이 되어 있는 連續 混練法에 이르기 까지 言及하려고 한다.

2.1 混練로울러

素練로울러는 22in以上の 大型 로울러여서 前後 롤의 回轉比도 表 I과 같이 相當이 커도 좋지만 混練로울러는 作業性으로 보아서 너무 大型 로울러일 때는 疲勞가 甚하기 때문에 充分한 混合·分散을 이루기 어렵다. 日本人의 體格으로 보아 素練은 22in로도 좋으나 混練은 18in가 無理가 없을 것이다.

表 1. 作業 區分과 롤回轉比

作業 區分	天然 고무	合成 고무
素 練	1.25~1.30	1.10~1.15
混 練	1.15~1.25	1.05~1.10
熱入, 시이팅	1.0	1.0

合成고무를 混練할 때 天然고무에 比하여 작은 回轉比를 要求하는 것은 發熱이 커지면 分散 不良을 일으키기 쉽기 때문이다. 回轉比의 變更이 不可能할 때에는 배퀴량을 적게 하여서 그만큼 發熱을 적게 하여야 한다

다. 溫度의 影響에 對해서는 나중에 詳細히 이야기 하겠지만 素練作業時와 마찬가지로 重要 條件이다.

따라서 水 冷却法에 對해서는 充分한 關心을 가져야 한다. 單純히 水(冷却水)만 흐르게 하면 좋은 것이 아니고 그때의 水量이나 溫度 測定에 隨時로 注意를 기울여야 한다. 스코오치가 일어나기 쉬운 夏節에는 注入水溫이 18~20°C이고 排出水溫이 28~30°C쯤으로 加溫되면 冷却이 꽤 有效하게 들고 있다고 보아도 無妨하다. 水內 配水管 型式에는 開放式과 閉鎖式의 두가지가 있는데 各各 一長一短이 있지만 冷却 能率로 보면 勿論 後者가 좋다. 閉鎖式은 給水管의 先端을 막고 管上部에 適當數의 噴水 구멍을 뚫어 水壓을 높여서 찬물(冷水)을 水 內面 上部에 噴射한다. 또한 水 內部에 물때나 녹이 끼는 境遇에는 顯著히 冷却 能率이 떨어지므로 때때로 清掃하여 줄 必要가 있다. 그리고 낡은 主輪 輪과 같은 表面에 凹凸이 있는 것이나 中央部가 摩耗해서 凹狀이 되어 粉末이 兩 가로 흐르듯이 미끄러 내리지 않는 로올러는 混練用으로는 落第이다.

다음에 고무막이(stock guide)인데 混練作業에서 제일 重要한 것이라는 點을 잊지 말아 주기 바란다. 木製로 끝이 잘게 갈라져 있는 것이나 로올러의 R과 一致하지 않고 덜컹덜컹 떠오르는 粗惡品을 使用하면 가루 덩어리나 混練 生地가 끼어서 分散 不良이나 스코오치의 原因이 된다. 砲金製의 것은 아시는 바와 같이 銅分 混入의 憂慮가 있으므로 避하고 싶다.

2.2 輪間隙(nip)

混練질이 능한 工員氏의 作業하는 것을 지켜 보고있노라면 輪間隙의 調整을 頻繁히 한다. 뱅크(bank)의 고무량은 거의 一定하며 가루나 기름의 增量 混入에 따라 間隙을 점점 넓혀 간다. 그 다음으로 最後에 混練된 고무를 잘라내며 물을 조여가며 一種의 薄內리(薄通)를 하면서 잘라낸 混練고무를 되넣어 두루마리로 말아내는 方式이다.

유감스럽게도 요즘에는 工場에서 이 輪間隙의 微妙한 調節을 하고 있는 곳이 적어 졌다. 大部分의 工場에서는 로올러 設備의 過少 때문인가 일에 쫓겨서 輪間隙을 最大限으로 열어 놓고 짧은 時間 안에 混練을 끝내는 것에 기를 쓰는 것이 고작이다. 勿論 이런 境遇에는 單至 가루나 기름이 고무속에 가라앉은 것만으로 分散이고 뭐고 알겠 없다는 式의 無謀한 것이다.

18in 로올러를 보기로 들면 輪間隙은 6~10mm가 標準이다. 要是 添加된 粉末配合劑數가 똑똑 輪틈(輪間隙)에서 가루받이에 多量 落下하지 않을 程度의 좁은 틈새이어야 한다. 넓은 틈새보다는 좁은 틈새인 편이

安全하다. 가루받이에서 퍼올리는 均일이나 폼을 생각한다면 넓은 틈새보단 좁은, 틈새쪽이 도리어 짧은 時間內에 分散이 좋은 混練고무를 얻는 結果도 된다. 그림 1은 混練할 때의 로올러 뱅크 위에서의 고무와 配合劑의 舉動을 나타내는 理想的인 狀態이다. 뱅크위에서 고무가 츄츄고 있는 것과 같게 되는 境遇란 고무添

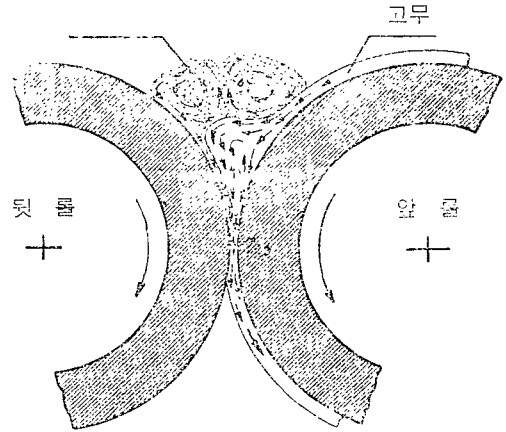


그림 1 理想的 混練 舉動

加量이 過剩하기 때문이며 ैसे 可塑性된 高熱고무가 여기서 冷却되어 水 表面에 말려붙은 고무와의 블렌드가 잘 되지 않고 따라서 混練作業도 잘 되지 않는 結果를 낳는다.

2.3 配合劑의 添加 順序

混合 均質化 原則으로는

- 1) 少量의 것을 먼저 添加하고
- 2) 多量의 것을 나중에 添加한다.
- 3) 單獨 添加에 依한 豫備 混合(premix)이 좋다.

그러나 고무配合 技術에서는 아는 바와 같이 配合劑 自身에 各各의 使命과 作用이 附與되어 있으므로 上記 原則대로는 通하지 않는다. 藥品 相互의 反應이나 로올러 操作의 難易도 있고 配合의 種類나 目的에 따라서 獨特한 添加 順序가 생겨나는 것이다. 이것이 混練 技術의 포인트이기도 하다.

以下에 一般의인 境遇의 特히 天然고무의 配合에 對하여 基本的인 順序를 이야기한다.

a. 促進劑 · 老化防止劑

少量이지만 가장 重要한 것으로 가장 均等한 分散을 必要로 하기 때문에 제일 먼저 添加하여야 한다. 促進劑 MBT나 DPG와 같은 一種의 內립促進劑의 作用이

있는 것은 그런 뜻에서도 最初에 添加하는 것이 바람직스럽다. 老化防止劑도 요즈음의 高溫 混練法인 境遇는 混練中の 고무의 高熱 劣化를 防止하는 뜻에서 最初에 添加하는 것이 定石이 되었다.

b. 酸化亞鉛

5phr가 標準이어서 重量的으로는 相當한 量과 같이 생각되나 比重이 크기 때문에 容量的으로는 $5 \div 5.6 = 0.9$ 의 少量이다. 또 比重 關係로 언뜻 고무에 混入되기 쉬울 것 같으나 電荷 關係(고무나 酸化亞鉛이나 溶液中에서 負(마이너스) 電荷를 띠기 때문에 서로 反撥하여 잘 密着하지 않는 性質이 있다)로 意外로 混入이 어렵다.

따라서 이 酸化亞鉛의 分散 不良이 混練 不良에 따른 스코오치나 젤화의 最大 原因이라고 指摘되어 最近 美國에서 正(플러스)으로 電荷하도록 프로피온酸 亞鉛으로 코오팅한 特殊 酸化亞鉛(Positox 또는 Protox)가 商品化되어 있을 程度이다.

酸化亞鉛은 促進劑에 이어서 처음에 添加하여 되도록 分散을 完全하게 하여야 한다. 可能하면 마스터벳취로 加하면 한층 安心할 수 있다.

c. 軟化劑 · 스테아르酸

예전에는 軟化劑는 되도록 初期에 섞어 넣어 고무를 可塑化하여 짧은 時間 내에 混練을 하기 쉽도록 하라고 나도 배웠다. 그러나 最近에는 서투르게 섞어 놓으면 기름의 루브리칸트作用으로 分散 不良을 일으키기 쉬운 것을 알게 되어 될수록 後에 添加하여야 한다는 式으로 理論이 訂正되어 가고 있다. 天然고무인 境遇에는 一般的으로 添加量이 적기 때문에 그다지 問題가 안된다.

제일 귀찮은 것은 파인타르나 로진과 같이 加熱 表面에 녹아서 달라 붙는 것——특히 粉末화된 것은 그 傾向이 強하므로 다른 가루와 豫備 混合시켜 添加하기 바란다. 스테아르酸도 카아본 블랙과 함께 添加하면 分散도 混合도 顯著하게 促進된다.

d. 一般 粉體 配合劑類

炭酸칼슘을 비롯하여 炭酸마그네슘, 화이트카아본, 카아본 블랙 등이 所謂 가루 配合劑의 主役을 이룬다. 이것들도 補強劑라고 불려 分散이 좋을 것을 絕對 條件으로 하는 것을 되도록 먼저 添加하고 單純히 充填劑의 구실이어서 分散을 그리 必要로 하지 않는 것은 뒤로 돌리는 것이 原則이다. 粒子가 거친 粉體類는 一種의 固體 軟化劑 구실을 하여 混練 操作을 容易하게 한다. 補強劑는 粒子가 微細하기 때문에 그리고 또 特殊한 表面 活性을 갖고 있기 때문에 부피가 무석무석하여 보통 고무에 混入되기 어렵다. 따라서 물 위에서 재빠르게 混練하기는 안된다. 이런 境遇 물 間隙을

넓게 한다면가 칼질하여 되풀리면 도리어 가루끼리 凝集을 일으켜서 分散 不良을 일으키는 原因이 된다. 이런 境遇에는 少量의 分散劑로서 스테아르酸이나 表面 活性劑라던가 濕潤劑를 能란하게 使用하여야 한다. 스테아르酸을 軟化劑라고 생각하고 있는 분이 있으나 이것은 훌륭한 分散劑 卽 混練 促進劑인 것을 銘心하여 주기 바란다. 화이트카아본이나 카아본블랙과 같은 表面 活性이 強한 補強劑는 配合의 順序나 다른 配合藥品과의 接觸에 따라 그 補強性에 相當한 影響을 끼치는 일이 있으므로 深加 順序에 注意할 必要가 있다.

粉體類가 増量되는데 따라서 고무 生地가 굳어져 물 操作이 아무래도 어려워지고 發熱도 심해져서 所謂 카아본 스코오치를 일으키는 일이 있다. 이런 境遇를 생각해서도 軟化劑나 스테아르酸의 後期 深加가 所望스럽다.

e. 黃

스코오치를 防止하는 뜻에서 黃은 混練의 最終 段階에서 넣는 것이 通則이다. 促進劑와 함께 가장 重要한 分散을 要求한다. 그런데 黃의 分散은 酸化亞鉛과 마찬가지로 보기보다는 어렵다. 물 溫度를 充分히 冷却하여 混練고무를 若干 꾸덕꾸덕하게 만들고 물 위에 黃을 조금씩 深加하여(칼질하여 되풀림은 絕對 禁物) 最後에 엷내리하고 다음에 칼질하여 들들말아 直角으로 되풀러 列理性을 解消하는 것쯤의 細心한 注意를 기울여 有終의 美를 거둔다. 黃의 分散 不良은 스코오치나 블루움 促進의 原因이 되는 것도 記憶해 주기 바란다.

2.4 混練 所要時間

實際의 作業 管理로 보아 混練의 理想的 分散은 어렵다. 配合表도 混練의 順序나 作業의 優劣이 銳敏하게 影響하는 것은 現場의 加工技術配合으로서는 落第라고 할 수 밖에 없다. 卽 實際配合으로서는 作業性에 比較的 銳敏하고 所要 品質性을 保持하는 配合이 아니면 안된다. 따라서 混練作業을 大略 時間的으로 定해서 거의 一定한 混練 完了 品質을 保證하는 것이 손쉬운 工程管理가 된다. 그래서 이를 爲하여 다음과 같은 混練時間 作業카드에 따라서 한다.

混練카드의 簡單한 例를 들면

오픈로울러法(小出武城著 고무工業 p. 67)

1벳취 84in(길이) 로울러

14.8kg(210파운드 總벳취重量)

- | | |
|--------------------------------------|-----|
| 1) 고무를 물에 감아 4번 자른다. | 3分 |
| 2) 빗물에 감기고 기름을 넣는다. 5번 자른다. 7分 | |
| 3) 앞물, 뱅크 고무를 건어내고 黃, 其他의 가루 配合劑를 添加 | 12分 |

- 4) 뱅크 고무를 넣고 8번 자른다. 10分
計 32分

註: 자른다란 칼질하여 되물린다는 것. 뱅크고무란 混練量이 多量이 되는 境遇 2번에 나누어서 하기 爲하여 混練고무의 一部를 따로 떼어냈다가 나중에 하나로 합친다.

以上の 合計 32分이 所謂時間이 된다. 前後의 附帶 準備나 整理의 餘裕를 보아서 우선 35分間으로 하여 混練作業의 生産基準으로 삼는다.

2.5 混練 完了 뱃취의 重量 체크

配合表에 基準한 混練作業이 果然 完全하게 이루어졌는가 아닌가를 체크하는 때는 여러가지 方法(後述)이 있으나 現場의으로는 무게를 다는 것이 가장 簡單하고 確實한 方法이다. 그러나 이것을 實施하고 있는 工場은 거의 없다. 實際로 고무中の 水分의 蒸發, 가루의 飛散, 기름의 附着 따위로 理論의인 總量보다 減量하는 것이 普通인데 問題는 몇 % 減量하는가, 어느 程度의 偏差가 許容되는가 이다.

美國의 고무工場의 例를 取하면

試驗로올러인 境遇	1%以內
22in로올러인 境遇	3%以內

가 最大 許容 限度라는 數字이다.

ASTM의 試驗로올러에서는 0.6%以內라고 하는 嚴重한 指定이 있다. 卽 이 以上인 境遇의 試驗 데이터는 公表의 價値가 없다는 것이다.

2.6 混練 完了 뱃취의 冷却方法

混練이 끝난 生地는 定해진 두께와 치수로 가루칠해서 冷却하여 貯藏하게 되는데 이때에 冷却方法이나 溫度에 對해서도 細密한 指示가 必要하다. 아무 생각없이 쌓아놓으면 고무의 熱不良導體的인 性質때문에 蓄熱에 따른 스크오치가 일어난다던가 異種 配合인 境遇엔 接觸으로 表面 블루움 誘發의 原因이 된다.

2.7 特殊配合의 特殊方法

再生고무나 사브따위를 添加할 때에는 우선 먼저 물위에 넣고 이겨부셔서 가루받이 위에 떨어뜨려 混練하지 않으면 잘 分散하지 않는다. 그리고 스폰지고무의 發泡劑따위도 물溫度(嚴密히 말하면 이기는 고무의 溫度)에 對하여 特別한 指定을 하지 않으면 自然 發火의 憂慮가 있다. 그 밖에 電導性 카아본이나 透明性 炭酸마그네슘을 混練할 때 絶對로 되물림(칼질하여)질하지 말라고 하는 것 등 많은 特殊 混練技術이 있는 것도 諸君이 잘 아는 바와 같다.

2.8 抽出 試料의 採取法

可塑性, 比重, 加黃度 測定 등의 試料 採取法도 公式에 依하여 定하여진 샘플링方式에 따라서 하지 않으면 모처럼의 試驗이 無意味하여지는 境遇가 있다.

2.9 記錄 데이터

配合番號, 뱃취番號, 日字, 作業員番號, 試驗체크, 用途, 칼라인메스 등 써가노라면 많은 것 같으나 以上の 것은 絶對로 必要한 데이터로 混練 生地가 工場에 흘러가는데 따라 上記 記錄 데이터도 함께 흘러가야 한다. 유감이나 우리나라 고무工場에서는 이와같은 品質管理가 理論上으로는 엄하게 論難되는데 比해서는 工場에서 實施되고 있는 곳이 아주 적다. 그렇기 때문에 모처럼의 貴重한 混練生地가 行方 不明이 되기도 하고 正體 不明의 混練生地가 工場에 덩글기도 하고 또 トラブル이 일어나도 原因 追究에 時間을 끌게 되는 수가 많다. 나는 지금으로부터 30年 前인 옛날에 켈카터의 바다고무신工場에서 이 記錄方式을 보고 感歎하였던 追憶이 있다.

3. 混練의 魔術

고무는 배가 큰 大人物이다. 어떤 가루나 기름을 털어 넣어도 싫은 낯색 않고 삼켜버리고 일단 고무 낫을 한다. 그 뿐 아니라 이김물이라고 하는 둥근 쇠방망이(丸棒) 두가닥을 늘어놓은 것에 지나지 않는 原始的인 이김 機械에 지나지 않지만 놀라운 性能을 갖추고 있다.

고무와 가루나 기름을 섞는 것 뿐인 技術을 좀더 과학해져 보기로 하자.

이김물이란 剪斷力을 利用한 고무를 이겨부수는 機械이며 捲間隙을 利用한 가루를 쑤서넣는 機械에 지나지 않는 것처럼 보이지만 결코 그런 簡單한 物件이 아니다.

고무의 熱可塑性和 가프·줄(Gough-Joule)效果——잡아늘린 고무를 加溫하면 收縮하고 冷却하면 伸張하는 고무의 特異性——에 따라서 素練된 고무는 물 表面에 아시는 바와 같이 잘 말려붙는다. 이같은 말려붙는 性質이라는 것의 重要性을 보아넘기기 쉬우나 요즘 開發된 合成고무 특히 스테레오고무 따위를 이겨보면 天然고무의 물에 말려붙는 特性이 얼마나 優秀한가를 아실 줄 안다.

素練中の 고무 擧動을 注意 깊게 觀察하여 보자. 물間隙(닐 nip)위에 놓인 고무는 메쿨메쿨 門運動을 하

면서 回轉하며 左右 고무막이 方向으로 向하여 흘러가는 것을 알 수 있다. 여기에 가루를 添加하면 이 渦動에 휘말리는 것처럼 섞여 들어가는 것이며 이때 가루는 풀려서 얇은 層이 되어 들어가고 이것도 또한 고무와 함께 回轉하면서 양가로 移行하여 가서 自然이 平行 分散을 이룬다. 또한 물 틈새를 빠져나온 고무의 混練시이트는 물면에서 冷却되어 고무表面의 收縮이 일어나서 섞여 들어간 가루의 破碎作用이 이루어진다. 그뿐아니라 이 섞여들어감에 물의 回轉方向에 對하여 同一한 一定 方向으로 이루어지고 있는 것에도 注意하지 않으면 안된다.

一般的으로 高分子 物質의 混合은 一定 方向으로 攪拌하지 않으면 좋은 結果를 얻지 못한다. 이 原理에 對하여 내가 工夫를 깊게 못하여 잘 모르나 接着劑를 이기는 法, 香辛料 겨자를 이기는 法, 캐러멜로(Carmeló)의 이기는 法 등에서 一定 方向으로만 攪拌한 것과 되는데로 攪拌한 것이 같은 混合이면서 結果적으로 顯著한 差異가 있는 事實을 우리들은 經驗의인 智慧로 알고 있다. 卽 고무로울러가 一定 方向으로 가루類를 이겨넣는 것이 고무製品의 物性에 어떤 큰 效果를 附與하는 것 같은 느낌이 든다. 이것은 炭酸마그네슘 混練의 透明고무라던가 電導性 카아본 混練時의 電導고무를 製造할 때 서둘러 칼질 되물림을 하면 좋은 結果를 얻지 못하는 事實로도 알 수 있다.

벤버리믹서에 의한 混練이 流行이 되었으나 前회에 이야기한 것처럼 一種의 拙速의 非常 手段이며 카아본블랙과 같은 優秀한 補強劑의 多量 配合으로 그 品質 低下를 겨우 防止하고 있는데 지나지 않는다. 同一한 中級 配合으로 2가닥 로울러와 벤버리의 比較를 하면 原始的인 로울러로 混練한 쪽이 性能으로 優秀하다. 具體的인 比較 데이터가 유감스럽게도 手中에 없지만 이깁고무의 切斷 斷面の 光澤이나 潤氣로 分散도를 보는 것만으로 一目瞭然 區別을 할 수 있을 것이다.

그러나 벤버리믹서의 混練이 不可하다는 생각은 時代에 뒤떨어진 石頭라고 놀림받을 것이다. 메스터벳취 방식이나 이에 適合한 고무이던 配合設計에 따라 混練의 能率化를 圖謀하여야 한다. 벤버리믹서 使用 技術에 對하여는 뒤에 이야기하겠으나 肉眼的으로 觀察하기 어려운 缺點이 있으므로 2가닥 로울러의 開放型으로 고무나 가루의 混練 舉動을 充分히 觀察하여 주기 바란다. 고무의 모양, 가루의 種類에 따라 물 위에서의 늘어나고 오그라 드는 것, 고무살갓이나 색의 變化, 靜電氣에 依한 가루와 고무와의 吸着이나 反撥等 單純한 고무와 가루나 기름의 混合 分散 以上の 玄妙 不可思議한 光景을 보실 수 있을 것이다.

나는 젊었을 때 「고무技術은 물 위에서 생각하라」는 敎訓을 받아 틈만 있으면 로울러에 매달려 고무와 가루의 물 위에서의 格鬪를 觀戰하였다. 그래서 自然이 補強이나 加黃理論, 나아가 配合의 改良도 이같은 混練의 魔術을 通하여 생각하게끔 버릇이 되어 버렸다. 따라서 새로운 고무이던 藥品이던 아무리 冊이나 케드릭을 읽어 工夫를 한다하여도 곧 잊어버리고 말지만 한번이라도 로울러에 집어넣고 물 위에서 이 눈으로 눈여겨본 것이면 다시는 잊어버리지 않는다는 까다로운 고무장이 習性이 몸에 배어 버렸다.

내 先輩에 該當하는 고무技術者로 벤버리 속의 混練 고무나 加黃罐 속의 고무의 加黃 狀態를 손바닥 뒤집듯이 안다고 하는 분이 있는데 요즈음에야 겨우 그 뜻하는 內容을 알게 된 것같은 느낌이 든다. 「技術이란 一種의 魔術과 通한다」고 하면 지금의 젊은이들에게는 웃음거리에 지나지 않을 테이니 이 以上 強調하지 않겠으나 고무技術者는 로울러에서 멀어지면 멀어질 수록——距離 제곱에 比例하여——고무 技術에서 멀어진다고 생각하다.

4. 各種 고무의 混練 特性

天然고무 時代에는 고무 自體의 可塑性이 優秀하고 뿐만아니라 混合하는 配合劑도 比較的 單純하였으므로 混練은 그리 困難한 作業은 아니었다. 그런데 各種 合成고무가 登場하게 되면서 부터는 天然고무와 꼭 같은 混練法을 써서는 쉽사리 좋은 結果를 얻지 못한다는 事實은 누구나 經驗하였을 것이다.

卽 合成고무의 種類나 商標別 相異에 따라 可塑性(무우니粘度)이 다른 것은 勿論이고 물 위에서의 可塑性의 變化(軟化)가 天然고무와 같이 順調롭게 低下하지 않아 多量의 充填劑나 기름을 添加하는 所謂 high fillers and high oils가 普遍化하였기 때문에 合成고무에의 混合이나 分散은 大端한 일거리가 되었다. 그리고 폴리머블랜드라고 하여 天然고무와 合成고무의 併用이 예사일로 쓰여지게 되었으므로 混練技術에도 一種의 革命이 일어나고 있다하여도 過言이 아니다. 옛날에는 混練이라고 하면 時間을 充分히 들여서 功들어 이기기만 하면 틀림 없었던 것인데 오늘날에는 될수록 짧은 時間에 偏差가 적은(平均 分散)고무配合物을 이겨내는 것이 소중하게 되었다. 그러기 爲해서 벤버리믹서法이라던가 高溫混練法(hot temperature mixing)이라던가 逆練法(up side down-mixing)이라고 하는 새로운 方法으로 바뀌어 가고 있다.

이들에 對한 說明은 後述하겠으나 要컨데 여러가지

性質이 다른 고무에 對하여 그 物性에 適合한 混練法이 研究되어 가는 것은 當然하며 天然고무의 混練技術만으로 모든 合成고무를 處理하는 것은 도시 無理한 註文이다. 이것은 素練하는 境遇와 꼭 같고 아래에 代表的인 各種 合成고무의 混練 特性에 對하여 이야기하여 보자.

4.1 天然고무

나는 「天然고무는 混練하기 쉽다」고 아무런지도 없게 이야기 하였으나 事實은 決코 그렇지 않다. 지나치게 功들여 이기고 있노라면 分散은 理想的으로 完全히 이루어질지 모르지만 고무의 너어브가 지나치게 떨어져 물에 끈적끈적 달라 붙고 힘이 弱한 고무製品이 되어 버린다. 그렇다고 짧은 時間에 소홀하게 다루면 配合物에 망울이 생기기도 하고 押出이나 칼렌더링이 잘되지 않는 不良品이 飛버린다. 다시말하여 適當히 이겨진 混合고무를 만들어 내는 것은 아주 어려운 것이다. 可塑性이 떨어지기 쉬운 天然고무는 이 點이 合成고무와 달라서 제일 이기기 어려운 物性이라고도 할 수 있다. 그래서 天然고무의 混練을 대체로 卒業한 로울러 맨이던 어떠한 合成고무일지라도 대수롭지 않다고 自負하여도 좋을 것이다.

4.2 SBR

高溫重合(HTP), 低溫重合(LTP) 및 油展고무(OEP)의 種類 差에 따라서 混練의 難易는 多少 있으나 물에 올려져서 可塑性 變化가 거의 없어 언뜻 보기에 混練이 어려운 것 같이 보이지만 가루의 分散은 意外로 좋아 粒子의 크기와 形態의 影響이 天然고무보다 確然히 나타나므로 注意하여 混練을 할 必要가 있다. 合成고무에서는 같은 카아본 블랙이던 炭酸칼슘이던 單獨 使用보다는 品種이 다른 種類의 것을 블렌드하는 편이 偏差가 적은 平均된 性能을 얻기 쉽다고 말한다. 이는 相互의 習性を 相殺하여 平均化함에 따라 混練 狀態의 偏差를 平均化하는 까닭이라고 보여진다. 다시말해 SBR은 天然고무 以上으로 混練을 敏感하게 받기 쉬운 特性을 가지고 있다.

SBR은 스티렌이라는 熱可塑性 物質을 包含하고 있기 때문에 溫度가 높아지면 急激히 軟해지는 性質이 있으며 따라서 벤버리릭서와 같은 高溫 混練法이 適當하다. 또 天然고무의 wet에 對하여 dry한 느낌의 性狀이므로 多量의 프로세스油의 添加를 必要로 한다. 따라서 이 기름의 添加 方法이 分散에 重大한 影響을 준다. 天然고무인 境遇엔 기름의 添加量이 若干(普通 5PHR 以下)이기 때문에 그리 影響을 주지 않는다. 흔히 混

練을 促進하는 뜻에서 처음에 添加하던가 혹은 가루에 섞어서 添加하는 분이 많으나 이는 잘못이며 기름은 될 수록 마지막에 添加하는 것이 分散 向上의 秘訣이다. 初期의 기름 添加는 건보기만의 軟化作用으로 混練을 短縮할 뿐이며 實際의 分散 效果는 기름의 루브리칸트(潤滑)作用 때문에 空轉을 意味한다.

또컨데 SBR와 같은 굵고 드라이한 고무는 가루를 多量으로 添加하고 알맹이 끼리의 摩擦力을 利用할 때는 分散은 걱정하지 않아도 된다. 지나치게 公손하게 이기더라도 서어브가 떨어질 憂慮는 없다.

4.3 콜로로프렌고무(CR)

이 混練 狀態가 天然고무와 제일 비슷한 合成고무이나 表 2와 같은 特殊한 物性變化를 일으켜 물에 달라붙는 다던가 스코오치를 일으키기 쉬우므로 注意하여야 한다.

原理적으로 混練은 彈性相의 너어브를 利用하지 않으면 分散이 잘 되지 않는다. 따라서 되도록 低溫 環境에서 하여야 한다.

表 2. 네오프렌의 相變化

相 變 化	G N 型	W 型	天然고무
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

註: W型은 G型보다 可塑性이 困難하다.

가루 添加는 한번에 하지 말고 少量씩 加하여 5PHR(물 위에 고인 고무와 배합제가 섞인 덩어리) 위에 되도록 고이지 않도록 하고 攪질도 그리 빈번히 하지 말 것. 特히 濕氣가 있는 것을 多量 添加하면 二次 凝集의 군은 塊狀이 되기 쉽다. 酸化마그네슘을 最初에 添加하는 것은 脫鹽酸을 防止하는 뜻에서 重要하며 架橋劑인 酸化亞鉛의 混練도 最後에 功들어서 할 必要가 있다. 酸化 亞鉛도 黃과 마찬가지로 언뜻 보기에 고무에 섞여 들어가기 쉬운 것 같으나 實際론 平均 分散이 想像 以上으로 어렵고(2.3 b.에서도 言及하였지만 5PHR 重量 添加도 容量의 으로는 5÷5.6=0.9로 促進劑級의 少量이다) 스코오치의 最大 原因은 이 酸化亞鉛의 分散 不均衡에 있다는 것을 잊어서는 안된다.

4.4 부틸고무(IIR)

너어브가 없는 軟한 고무이기 때문에 가루 分散이 제일 어렵다. 물에 감겨 붙으면 카아본이라던가 실리카 系統의 生地를 굳게하는 性質을 가진 가루를 처음에

먹인 다음에 黃, 酸化亞鉛類의 重要한 가루를 조금씩 添加하는 것이 부틸고무 混練의 要領이다. 熱處理劑 Polyac나 Elastopar를 처음에 먹이고 130~150°C쯤의 高溫 水(비닐用)로 30분쯤 混練하여 冷却 放置한 다음 普通의 低溫 水에서 通常의 配合劑 添加 順序대로 하는 方法(美國式)도 있다.

配合劑 特別 白色 補強劑를 多量 配合하면 水에 粘着하기 쉬우나 이 때의 對策으로 스테아르酸 (1~3 PHR), 스테아르酸亞鉛(2~5 PHR)이나 파라핀 또는 低融點 폴리에틸렌(2~5 PHR)의 어느 하나를 加하면 어느 程度 防止할 수 있다. BXDC(butoxyethyl diglycol carbonate)나 TBXP(tributoxyethyl phosphate, KP-140)와 같은 特殊한 藥品을 IPHR 添加하면 完全히 防止할 수 있다고 쓰여 있는 文獻도 있으나 接着이 나빠지는 缺點이 나타난다.

藥劑를 사용하지 않는 方法으로는, 첫째로 水 溫度를 올리는 것이다. 普通 粘着하면 天然고무를 加工할 때의 버릇으로 水 溫度를 떨어뜨리지만 合成고무 特別 부틸고무를 加工할 때는 그와 反對여서 水 溫度가 차 수 록 달 라 갈 는 性 質이 強 해 진 다. 들 켜 는 水 間 隙 을 넓 혀 서 摩 擦 力 을 더 늘 주 는 것 이 다.

또는 제일 처음에 이야기한 配合劑의 一部를 漸 次 添 加 해 서 어느 程 度 硬 化 시 켜 다른 配 合 劑 를 少 量 씩 添 加 하 는 (時 間 을 들 여 도 絶 對 로 安 全 하 다) 方 法 을 勸 奨 한 다. 처음에는 고무량을 적게하고 가루가 먹혀 들어가는데 따라 새로운 부틸고무를 조금씩 添加하는 씨고무(外國에서도 seed라고 부르고 있다)法도 좋다. 앞 물보다 뒷 물의 溫度를 15~20°C쯤 高溫으로 하고(天然고무와 反對), 타이트립(tight nip, 水 間隙을 좁힘)으로 混練하면 分散도 잘 되고 일하기가 편하다.

4.5 니트릴고무(NBR)

이것은 「딱딱하여서 어려운 고무의 代表」라고 하여 맨 먼저 軟化劑나 可塑劑를 添加하면 이렇지도 저렇지도 못하는 풀리 지 않는 덩 어 리 가 되 어 버 린 다. 도 리 어 이 딱 딱 한 特 性 을 利 用 하 여 능 속 하 게 分 散 시 키 는 研 究 를 하 여 야 하 는 것 이 다.

黃은 언뜻 보면 풀리 기 쉬 워 보 이 나 事 實 은 그 點 이 결 과 속 이 다 른 點 이 다. 아 시 는 바 와 같 이 「고 무 에 제 일 重 要 한 黃 이 제 일 分 散 되 기 어 려 단 는 것 은 고 무 장 이 라 면 잊 지 않 도 록 마 음 에 새 겨 두 어 야 할 일 이 다.」 그리고 어떤 까닭인지 모르나 여러가지 고무 중에서 이 니트릴고무가 제일 黃의 分散이 어렵다.

따라서 우선 처음에 黃과 酸化亞鉛을 고무 全體에 혼 뿌 리 는 것 처 럼 添 加 한 다. 다음에 카아본을 包含하는 充

填劑의 1/2을 添加한다. 攪 練 하 여 되 물 린 질 한 다음 나머지 1/2을 加하고 맨 나중에 軟化劑, 加工助劑, 促進劑를 섞어 넣고 混練을 끝 낸 다.

4.6 其他 고무

하이파론, 아크릴고무, 질리론고무, 多黃化고무 등은 一般的으로 天然고무 보다는 混練하기 쉽다. 事實 天然고무와 같은 混練하기 어려운 고무로 修業한 고무 장이었던 고무라고 이름 붙는 엘라스토펴이던 로올러로 어떻게든 이겨내는 技術이 自然이 習得되어 있으리라 본다.

4.7 스테레오고무

一般的으로 溶液重合法으로 만들어진 合成고무는 너 어 브 가 弱 해서 所 謂 콜 드 플 로 우 성 이 있 으 므 로 大 略 부 티 린 고 무 와 비 슷 한 混 練 特 性 이 있 다. 따 라 서 1/3 量 의 가 루 로 된 配 合 劑 를 먼 저 加 해 서 고 무 를 均 겜 만 든 다음에 黃이나 酸化亞鉛을 添加하여야 한다.

4.8 블랜드고무

블랜드 비가 7割以上인 主 고무의 混練 特性에 따라 하면 좋다. 폴리머의 블랜드보다도 主 配 合 劑 를 미 리 混 練 (precompounding)한 폴리머 끼 리 를 混 練 하 는 所 謂 compound polymer blending이 좋 다 는 說 도 있 으 나 이 것 은 極 性 이 서로 다른, 例 를 들 면 네 오 프 렌 과 天 然 高 무 의 混 練 時 에 는 좋 으 나, 極 性 이 같 은, 例 를 들 면 SBR 와 天 然 高 무 의 混 練 時 에 는 그 려 必 要 가 없 다.

위에 說明한 것은 各種 고무의 基礎인 오픈로올러 에서 의 混 練 特 性 에 지 나 지 않 는 다. 주 어 진 폴리머 고무의 性 質 에 맞 춘 가 루 먹 이 기 법 이 있 는 것 은 勿 論 이 지 만 要 는 가 루 를 固 結 시 키 지 않 고 均 等 하 게 混 入 分 散 시 키 는 것 이 重 要 하 다. 그 런 데 이 가 루 라는 놈 이 고 무 以 上 으 로 結 과 속 이 다 른 者 이 고 또 한 混 練 이 어 려 우 는 가 루 일 수 록 고 무 製 品 의 生 死 을 左 右 하 는 것 이 어 서 참 으 로 귀 찮 은 作 業 인 것 이 다.

5. 重要 配合劑의 混練 特性

같은 가루일지라도 化學成分, 比重, 粒子的 形態나 大小 等에 따라서 고무와의 接觸, 混合 및 分散方式이 千差萬別하다. 亞 細 하 게 도 고 무 에 풀 리 기 쉬 운 것 은 分 散 이 어 려 고 풀 리 기 어 려 우 는 것 이 뜻 밖 에 分 散 이 좋 다. 結 論 의 으 로 는 時 間 이 걸 리 는 것 같 은 가 루 일 수 록 混 練 한 結 果 가 良 好 하 고 短 時 間 에 混 練 이 終 了 하 는 것 과 같 은 것 은 混 合 만 이 며 分 散 은 不 充 分 하 다 고 하 는

混練 未完成 고무에 지나지 않는다. 여기에 工場 技術로서의 矛盾이 있다. 卽 되도록 짧은 時間안에 完全한 混練을 完了하지 않으면 안-는 것이다. 그러기 爲해서는 重要な 配合劑만이라도 混練할 때의 特性을 工夫할 必要가 있다.

5.1 黃

黃의 分散 困難에 對한 特異 體質에 對해서는 앞에서 이야기 하였지만 에보나이트와 같은 黃의 配合量이 많은 配合를 해본 분이면 내가 하는 이야기의 뜻을 알 것이다. 에보나이트 配合의 混練時에는 체와 같은 것으로 黃을 數없이 散布하는 것 처럼 添加하여야만 한다. SBR의 加黃이 天然고무와 같이 잘 안된다고 不平하는 분이 있는데 微粉末 黃을 選定하여 散布方式으로 分散을 功들여 하면 加黃도 迅速하여 지고 블루밍 程度 解消된다.

黃에서 또 하나 귀찮은 것은 녹는점(m.p.)이 낮은 것이다. 90°C 附近부터 軟化하고 100°C 附近에서 液化하여 덩어리로 되기 쉽다. 맨버리作業 直後의 高溫고무에다 한꺼번에 黃을 添加하였을 때에 特히 이 傾向이 強하여 集塊狀의 黃이 생기면 끝장이어서 絕對로 分散하지 않고 만다. 이것을 防止하는 뜻에서 美國에서는 스파이더標 黃이라고 하여 炭酸마그네슘과 黃을 混合하여 덩어리(集塊)를 形成하지 않도록 한 特殊한 黃이 市販되고 있는 程度이다. 또 黃의 마스터벡취를 만들어 分散의 完全을 期하는 境遇도 많다.

스크오치를 防止하는 뜻에서 黃을 混練作業의 最終 段階에서 添加하는 것이 普通인데 이와 같은 境遇에는 水溫度를 充分히 冷却시키고 고무混練物의 너어브를 조금 굳게하여 作業할 必要가 있다. 高溫 水로 너어브가 떨어진 狀態에서 하면 膠보기에 잘 풀려들어간 것 같으나 實際는 分散이 잘 이루어지지 않고 局部的으로 黃濃도가 높은 部分이 생겨 블루밍이나 스크오치를 일으키기 쉬운 原因을 이룬다.

5.2 酸化亞鉛

酸化亞鉛(亞鉛華)도 比重이 크며 濕潤性이 많고 언뜻 보기에 分散하기 쉽게 보이나 事實은 매우 어렵다. 되풀이 하지만 고무에 풀리기(섞여들어가기) 쉬운 가루 일수록 分散이 不完全하게 되기 쉬운 것이다. 特히 맨버리로 다른 가루類와 섞어서 초벌 섞이김될 때에는 酸化亞鉛만이 分散이 늦다. 그래서 膠化나 스크오치 原因이 되는 事實이 最近 밝혀져 다른 가루類와 分離하여 最初에 酸化亞鉛만을 마스터벡취로 添加하는 方法이 推獎되고 있다.

酸化亞鉛의 分散 不良에 對하여는 混練中에 고무와 同種類의 負(마이너스) 靜電氣를 띠기 때문에 相互 反撥 效果에 따른 作用이라는 研究가 있다. 그래 이것에 對한 防止方法으로서 正(플러스)의 靜電氣를 띠게 하기 爲하여 低級 脂肪酸(예를 들면 프로피온酸)으로 表面 處理한 Prottox(美 뉴저지亞鉛社의 商品名)가 있다.

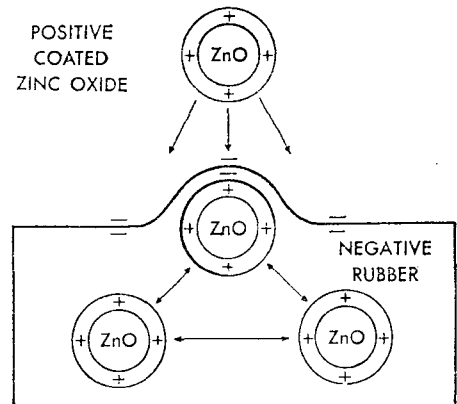


그림 2 陽性 表面處理 酸化의 混練 促進效果

卽 異種 荷電의 吸引力으로 고무와 酸化亞鉛을 充分히 接近시키고 다음으로 酸化亞鉛끼리의 同種 荷電의 反撥力으로 凝集을 防止하여 完全한 混合 分散을 하자고 하는 理論이다.

實際로 이와같은 안정맞음인 理論처럼의 效果가 이루어지는지 아닌지는 알 수 없으나 酸化亞鉛이라는 것이 여러분이 想像하는 것 처럼 고무에 섞어 이기기 쉬운 物件이 아니라는 것만은 確實히 알았을 것이다.

5.3 補強劑

補強劑는 어느 것이나 微粒子 乃至는 超微粒子의 가루類이다. 따라서 混練이 困難하다. 이는 오직 時間이 걸릴 뿐만 아니라 混練 條件에 따라서 加工度라던가 製品에 미치는 影響이 意外로 크다. 곧 混練이 어려운 補強劑 일수록 優秀하다고 하는 아이러니한 屬性이 있다. 카아본블랙에서 最優秀品인 SAF가 現實의 타이어製品에 거의 使用되고 있지 않은 事實은 性能은 別途로 하더라도 오늘날의 進歩된 맨버리나 其他의 混練 最新技術을 總動員하더라도 遺憾스럽게도 完全 分散을 얻지 못한다. —이처럼 實際로 超微粒子인 것이다.

最近 스테레오고무와 같은 너어브가 弱한 고무의 補強劑로 構造性이 높은 所謂 하이스트릭취性 가루類가

重要視되기에 이르렀으나 이 念珠狀의 連鎖 構造가 너어브가 弱한 고무에의 混合 分散에 도움이 되기 때문이다.

粒子 다음으로 表面 活性의 問題가 있다. 理論은 省略하나 이 活性度를 살리는 것도 죽이는 것도 모두 섞이길 方法 하나에 달렸다 하여도 過言이 아니다. 카아본이 물에서 飛散하는 것이 싫어서 어차피 기름도 같이 섞어 넣을 바이면 이 기름으로 카아본을 이겨서 고무에 섞어 넣더라도 같을 테지 라고 생각 한다면 큰 잘못이다. 그것은 모처럼의 카아본의 補強 效果를 기름으로 죽여 버리게 되기 때문이다. 無水珪酸 따위의 화이트카아본類도 섞이길 여하로 대단히 性能 偏差가甚하다.

理想的으로는 처음에는 少量씩 섞어넣고 活性化 실리카의 씨(seed)를 우선 만들고 나중에 나머지 量을 한꺼번에 섞어 넣는다는 所謂「처음에는 處女를 다루듯이 조심조심하고 나중에는 재빠르게」하면 좋다. 어떠한 화이트카아본은 混練이 끝난 配合고무의 加黃度가 前者가 빠르고 後者가 늦어진다고 할 만큼 귀찮은 補強劑이다. 玉艶華 其他의 活性 炭酸칼슘에 對해서도 섞이길 方法에 따라서 그 補強性의 變化가 크다는 것이 알려져 있으며 특히 他種의 表面 活性 補強劑와 混用할 때에는 添加 時期라던가 量에 對하여 되도록 差異를 두어서 補強劑 效果의 相殺을 되도록 避해서 이를 相乘效果로 誘導하여야 한다.

이와 같은 가루 配合劑類의 混練 現象의 理致는 말씀드리자면 張皇하게 되므로 그만두겠으나 要컨데 混練 作業은 어렵게 생각하면 이 以上 어려운 技術은 없고 또 簡單히 생각하면 고무와 가루를 섞어 이기는 것 뿐인 原始的 技術에 지나지 않는 것이다. 그뿐 아니라 新式 攪拌기나 押出機式 自動 混練機가 사용되는 時代가 되어도 100年前의 2가닥로울러 以上으로 性能이 좋은 混練 機械를 찾아 볼 수 없다. 이것으로 나의 混練 魔術論의 結論으로 하자.

6. 새로운 混練 技術

混練을 여하히 하여 ① 能率 좋고 ② 完全 分散시키고 ③ 偏差를 적게하기 위한 研究는 옛날부터 여러가지 形態로 궁리되어 왔다.

6.1 에이프론로울러法

普通의 오프로울러로는 가루반이 위에 떨어진 가루類는 이것을 걸어버어서 몇번이라도 고무 뱅크 위에 되

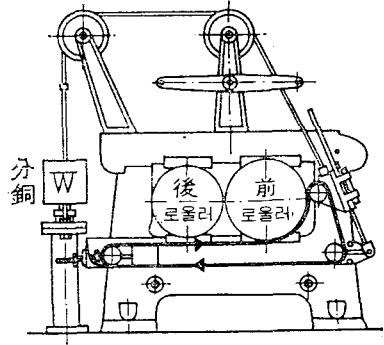


그림 3. 에이프론로울러

메겨야 한다. 에이프론方式란 그 手苦를 덜기 爲하여 그림 3과 같이 엔드레스로 만든 얇은 콘베어벨트의 에이프론을 앞물의 表面에 밀어 붙이도록 分銅 W로 附着한다.

로울러의 回轉을 利用하여 에이프론이 엔드레스로 回轉하고 物 間隙에서 떨어지는 가루는 에이프론과 함께 앞물에 밀어 붙어지면서 고무 뱅크에 먹혀 드는 것처럼 自動的으로 文字 그대로 피드백(feed back)된다.

제일 原始的인 自動 混練 裝置로서 美國에서는 맨버리믹서 以前에는 屢 사용되었다. 單純 配合에는 適當하지만 우리나라와 같이 配合이 複雜한 境遇에 그리고 하나의 로울러로 多種 多樣한 目的으로 使用하는 境遇에는 不適當한 까닭인가 大工場 以下에서는 그리 使用하지 않는다. 특히 色物인 境遇 에이프론 掃除가 큰 일이다.

6.2 맨버리믹서의 逆混練法(up-side down mixing)

보통 고무를 먼저 넣고 위에 가루들을 섞어 넣는데 對하여 가루들을 먼저 넣고 그 뒤에 고무를 먼저 넣는 것이므로 逆混練法이라고 부르고 있다.

黃고 促進劑를 除外한 其他 配合劑를 全部 投入하고 고무를 위에 投入하면 素練 效果가 없던가 素練하기 困難한 고무일지라도 가루 특히 카아본 블랙의 分散이 좋고 뿐만 아니라 普通法보다도 短時間(45秒에서 1分間)에 終了한다.

本法는 고무의 너어브가 弱하고 分散이 어려운 부틸 고무와 같은 境遇에 잘 應用되나 加熱 處理法이 使用된 後에는 그리 使用되지 않게 되었다. 그러나 스티레오 고무와 같은 뼈가 없는 고무에 對하여 應用 價値는 充分히 있다. 이 逆混練法의 急所는 內容量(3號 맨버리인 境遇 70l)에 對하여 充分한 容量의 가루의 量을 채

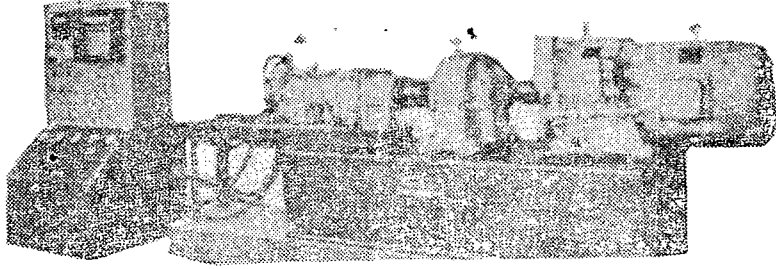


그림 4. 連續 混練 裝置(FCM 4型)

우고 最大限의 輾壓을 加하는 것을 잊어서는 안되는 것이다. 그렇지 않으면 고무가 벤버리 챔버 속에서 걸리고 만다.

6.3 FCM法(화렐社 連續 混練法)

CV(連續加黃)에 이어서 CM(連續混練)이 문제가 되고 있다. 美國의 有名한 화렐社가 5年間을 研究한 結

果 1963年 처음 世上에 내 놓은 것이 이 FCM이라고

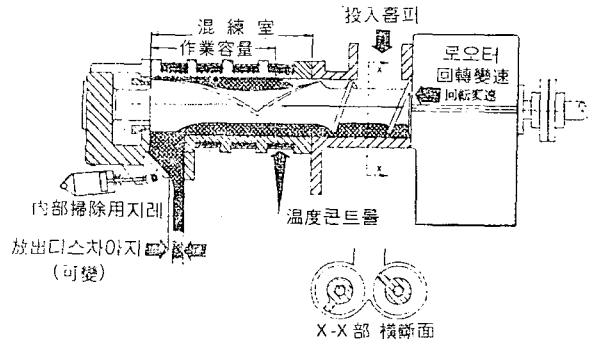


그림 6. FCM 內部構造

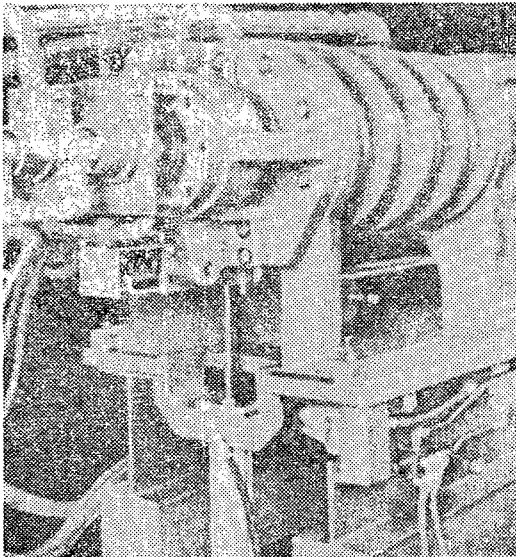
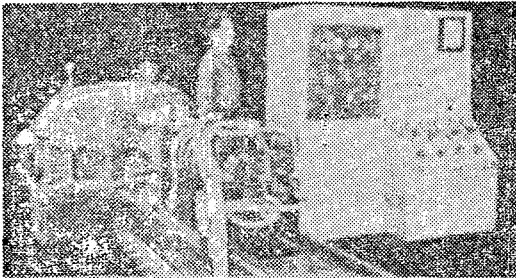


그림 5. FCM 6號型과 主要部 外觀

稱하는 連續 混練機(그림 4)이다.

一種의 二連式 押出機로 스크류部分과 로오타部分으로 이루어 지고 前者가 混合을 後者가 送출을 하는 機構(그림 6)이다. 高溫 混練 方式을 採用하여 高能率은 勿論이고 分散度도 뛰어나게 良好하다고 F社는 이야기하고 있으나 그 後의 情報에 따르면 아직 마스터벳취의 製造나 混練 配合고무의 熟入 程度의 域을 못벗어나고 있다. 따라서 紹介할 價値가 없는 지도 모르겠으나 將次 이와 같은 連續式 混練機械가 出現할 것이라는 程度는 記憶하여 주기 바란다.

現在 다음 4種類가 商品化되어 있다. (表 3).

그리고 最近 英國 Bridge社가 前記 Farrel社와 技術 提携하여 FBCM이라는 名稱으로된 改良型이 유럽에 販賣되고 있다.

PVC의 境遇에도 이와 類似한 믹스투루더(mixtruder)라고 하는 믹서와 押出機를 한데 묶은 것 같은 連續 混練機가 있어 우리나라에도 數臺 輸入·使用되고 있다. FCM와 마찬가지로 마스터벳취 乃至 熟入을 하는 程度에 밖에 使用되고 있지 않는 것 같다. 分散이라는 點에서는 充分하다고 할 수 없다.

表 3 FCM의 種類와 能力(Ib/hr)

콤파운드	4CM	6CM	9CM	14CM
타이어트레드마스터벡취	1,000	3,500	6,000	10,000
고무 혼練	1,200	4,800	9,600	24,000
P V C (軟質)	1,200	4,800	9,600	24,000
P V C (硬質)	600	2,400	4,800	12,000
標準馬力	100	350	1,000	

- 特徵: ① 資本投下가 적게 든다.
 ② 勞動力 節約
 ③ 混練 生地의 品質一定
 ④ 場所를 많이 차지하지 않는다.
 ⑤ 벤버리에 比肩하는 能力(벡취시스템이 아니므로 小型으로 充分)
 ⑥ 掃除가 容易, 色바꿈도 迅速하게 可能

6.4 高温 混練法(벤버리믹서)

120°C以上の 高温度에서 處理하는 高温 素練法에 對해서는 앞에서 言及하였으나 混練을 이어서 하는 境遇(벤버리믹서에서) 當然히 高温 混練法을 쓰고 있다. 고무를 可塑化하여 가루를 섞어 넣기 쉽게 할 目的을 爲해서는 高温으로 할수록 軟化가 進行하여 섞이기 쉬우나 한편 너무 너브를 떨어뜨리게 되면 分散이 나빠지기도 하고 카아본블랙겔을 增大시켜 좋지 않다. 따라서 高温 混練法은 原則적으로 되도록 短時間(2~3分間)에 재빨리 초벌 섞이김하는 方法이다 쯤으로 생각하여 주기 바란다. 그리고 나서 普通의 오프로울러의 低溫 混練法으로 完全한 混合 分散을 하는 것이다.

表 4는 高温 混練法의 利點을 實證한 一例이다. 그러나 이것은 타이어 트레드와 같은 多量의 補強性 카아본의 存在라고 하는 特殊한 케이스로 모든 고무製品에 對해서 같은 傾向이라고 速斷하지 않도록 注意하기 巴란다.

表 4 벤버리믹서의 溫度差에 따른 混練고무의 比較(타이어트레드 配合: 天然고무, 카아본 50 PHR)

放出時 섞이김고무 溫度	141°C	177°C	191°C
300%모듈러스 kg/cm ²	84	107	115
引張強度 kg/cm ²	222	257	264
硬 度 (쇼아度)	61	60	59
Log R ⁽¹⁾	4.2	4.6	5.1
反 撥 彈 性 %	57	58	59
道路耐摩耗度 % ⁽²⁾	100	114	119

註 (1) R(電氣抵抗 Ω/cm)의 對數값이 큰 값일 수록 分散이 좋은 것을 뜻한다.

(2) 美國의 摩耗指數에 相當하는 英國의 表示法으로 큰 값 일수록 耐摩耗性이 큰 것을 뜻한다.

7. 特殊 混練 技術

고무나 配合劑의 種類에 따른 混練特性은 前項에서 大體를 이야기 하였으니 製品의 種類에 따른 獨特한 混練 作業에 對하여 조금 이야기를 하기로 한다.

7.1 스폰지 고무

使用하는 고무의 너브를 아주 떨어뜨리기 때문에 配合劑의 混合 分散이 매우 어렵고 특히 고무가 롤에 착 착 붙어 시이팅을 하는 것이 큰 일이다. 되도록 低溫에서 回轉比가 적은 混練 專用롤(回轉比가 많은 素練 用 롤은 못 쓴다)로 悠長하게 이길 것. 옛적에는 이 目的으로 石製롤을 使用한 工場도 있었다. 또 한꺼번에 섞이김을 끝내지 말고 中途에서 쉬었다가 다시 되이김 질을 하면 時間적으로 是 浪費가 있지만 粘着에 對한 걱정도 없고 氣泡가 고른 스폰지 고무를 얻을 수 있다. 바꾸어 要約하면 다음과 같다.

- 1) 混練 直後의 加黃 스폰지는 氣泡가 大小 不均一하다.
- 2) 熟成後의 加黃 스폰지는 氣泡가 어느 程度 均一하다.
- 3) 되이김 後의 加黃 스폰지는 氣泡가 大部分 均一하다.

스폰지의 發泡 狀態는 配合보다도 混練이나 熟成 工程이 重要하다고 알아주기 巴란다. 그리고 混練後의 生地 고무도 잘 冷却시켜서 自然 發泡를 抑制(특히 DCP使用인 境遇) 시키지 않으면 發泡力이 減退한다. 또 새로 이겨낸 生地에 되돌림 生地를 一定 比率로 添加하는 것도 一定한 發泡度를 얻기 위한 混練上의 秘訣로 여겨지고 있다.

7.2 에보나이트

黃이 分散하기 어렵다는 것을 前述하였지만 에보나이트 配合처럼 多量 混練하는 境遇에는 한층 痛感하게 된다. 黃은 高温이 되면 一種의 끈기가 생겨서 固結하기 쉬우며 한번 固結되면 罨내림을 몇번 하더라도 再 分散은 困難하게 된다. 롤위에서 체질을 하면서 조금씩 添加하면 좋은 結果를 얻는다. 언뜻보기에 거칠 없이 섞여 들어 가는 것 같이 보이는 黃이나 酸化亞鉛이 實은 귀찮은 存在인 것이다. 카아본블랙이나 玉艶華數와 같은 언뜻 보기에 混練하기 어려운 것 같은 것이 實은 分散이 容易하다.

에보나이트와 같이 混練에 長時間을 必要하는 境遇에는 素練은 그리 많이 안한 고무를 使用하고 롤 溫度

도 될수록 낮은 편이 좋다.

7.3 고무塗布

얇은 것이므로 편흔은 禁物이기 때문에 가루의 分散에는 特別 神經을 쓴다. 뿐만 아니라 칼렌더作業이기 때문에 고무의 너브를 相當히 떨어져서므로 分散은 어렵게 된다. 따라서 配合劑類는 振動체를 使用하여 粗粒자를 除去한 것을 써야 한다. 近來에는 같은 合成고무의 使用이 많고 또 配合劑의 品質이 一般的으로 좋아졌으므로 特殊한 商標 品種을 指定하면 장마철이나 夏節 以外엔 再次 체결할 必要는 없다. 分散 不良을 일으켰을 境遇에는 生地를 冷却하고 熟成 硬化시킨 後에 엷내림(冷물에서)을 2~3회 하면 大體로 바로 잡힌다. 너브가 떨어진 이깁고무는 아무리 이겨도 分散은 改善되지 않는다.

7.4 總고무靴 몸통고무

加黃中の 처짐이나 加黃後의 모양 흐트러짐 그리고 또 製品의 表面이라던가 觸感따위에도 까다로운 要求가 있는 商品인 만큼 몸통고무의 섞이짐 作業은 좋은 지 나쁜지 모르겠으나 다른 고무製品인 鞋와는 다른 一種의 섞이짐법이 이어져 오고 있다.

- 1) 素練은 若干하고 곧 섞이짐으로 옮겨 도합 30分 以內에 끝마쳐야 한다. (勿論 이것은 오픈 로울러인 境遇)
- 2) 신발 몸통고무 配合는 本 뜨고 남은 스크렐고무가 되돌아가 다시 이겨지는 量이 많다. 이것이 所謂 씨(seed)고무——씨고무의 구실을 하여 줄으로 섞이짐질을 促進하는 效果가 있다.
- 3) 다만 고무의 되돌림이 反復되면 차차 너브가 지 나치게 떨어져므로 適當히 다른 部品 配合(결창, 중창) 등에 넘겨 주어야 한다.

7.5 一般 金型 製品 配合

金型으로 찍어 내는 製品이므로 混練이 多少 疏忽하여도 좋다는 法은 없다. 金型 속에서 의 고무의 흐름을 좋게 한다던가, 에어(氣泡) 빠짐을 빨리 하게 하는 加工性이라던가, 切斷面의 潤이나 表面의 平滑性 等の 外觀이라던가 物性의 完壁을 期하기 爲하여도 混練技術 과의 關係를 注意하여야만 한다. 값비싼 配合일지라도 混練을 허술히 한 것은 값싼 配合인 境遇와 같은 結果가 되고 만다.

7.8 물이깁(水練)

여러분은 加黃促進劑 HMT가 分散이 極히 어려운 것

과 그래서 이것을 잘 分散시키기 爲하여 물이나 알코올의 溶液으로 만들어 물 위에서 蒸發시켜 가면서 添加 시키는 方法을 알고 계실 것이다. 水分을 多量 含有한 配合劑를 加熱물 위에서 水分을 蒸發시켜 가면서 고무와 混練시키는 方法을 나는 물이깁(水練)이라고 이름 붙인다. 아주 亂暴한 方法이라 水分이 남아 꿈보 고무가 될 것이라고 걱정할 지 모르나 “미리 걱정하기 보다는 실제로 하여 보면 생각 보다 쉬운” 딱딱하고 光澤이 있으며 가죽과 같이 튼튼한 製品을 얻을 수 있다.

내 實驗은 白艶華X라는 水分 約 50%의 콜로이드 炭酸칼슘을 直接 고무에 물 위에서 混練한 約 30年前의 實驗이다. 그 後 阿膠를 溫水로 膨潤시킨 것이라던가 리그닝의 알칼리 溶液 따위로도 興味로운 結果를 얻었 었다.

反對로 天然고무에 水溶性 올레酸암모니아라던가 마그네슘化合物을 加하면서 長時間 混練하여 물물(水糊)이라고 하는 一種의 人工 라텍스를 調製하는 것도 興味 있는 로울러 技術이다. 곧 흔히 하고 있는 乾式法 混練에 對한 濕式 混練法이지만 그 理論이나 作用에 對하여는 여러분의 賢察에 맡기기로 한다.

8. 混練의 判定과 管理

配合劑 分散度의 判定·測定法에 對해서는 「ゴム試驗法, (日本ゴム協會刊 1963)」 p. 125~129에 여러가지로 理論적으로 說明되어 있다. 그러나 工場에서 現場으로 管理하는 方法으로는

- 1) 肉眼 또는 擴大鏡으로 섞이짐 고무 斷面의 觀察法.
 - 2) 손끝으로 잡아 당긴 고무 薄層의 觀察法
- 程度만이 實用되고 있을 뿐이다.

매우 疎忽한 것 같으나 熟練되면 斷面의 色과 潤氣에 의하여 合格, 不合格이 쉽게 判定된다. 外國에서도 dispersion rating(分散比率)이라고 하여 分散의 優秀에서 良, 可, 不可의 順位로 10段階로 分類한 標準 寫眞에 따라 分散比率를 肉眼으로 判定하고 있다. 이 境遇 配合劑의 種類와 配合量에 따라 分散特性이 各各 서로 다르다는 것을 念頭에 넣어 두어 주기 바란다. 微粒子인 것일 수록 完全 分散할 수록 斷面 光澤이 增加하고 粗粒자의 것은 完全 分散하여도 光澤 增加가 눈에 띄이지 않는다. 色物 配合인 境遇엔 顏料나 染料는 同一 配合를 하여도 分散의 좋고 나쁨으로 顯著하게 色彩가 變化하는 것은 여러분이 이미 잘 아는 바이다.

그리고 섞이짐이 끝난 고무에 對하여 分散 不良의 粗粒자를 發見하였을 때 그것을 끄집어 내서 무엇인가를

分析하여서 그 原因을 追求하여야 한다.

簡單한 例를 들면 鹽酸을 加하여

- 1) 조용히 녹으면 酸化亞鉛.
- 2) 거품이 나면서 녹으면 炭酸칼슘 아니면 炭酸마그네슘.
- 3) 녹지 않으면 클레이, 실리카 또는 黃酸알루미늄.

으로 大體로 짐작할 수 있으므로 그 配合劑의 水分이나 粗粒子의 有無를 檢討하면 된다. 配合 藥品에 分散不良을 일으키는 原因이 있을 때에는 아무리 混練의 名手라 할지라도 分散 不良은 免할 길이 없다. 다만 普通의 로울러맨과 틀린 點은 가루를 고무에 섞을 때 손으로 먼저 보던가 혀로 핥아 보던가 그렇지 않으면 물위에서의 가루의 擧動으로 分散 不良否를 미루어 알 수 있을 것이다.

8.1 混練 不良 對策

分散 不良을 일으키면 하여튼 물을 꼭 조이고 잘 이기기만 하면 改善할 수 있다고 생각하는 분이 많다. 앞에서도 이야기 하였다고 생각하지만 이기면 이길 수록 고무의 너브가 떨어져서(특히 天然고무인 境遇) 가루를 부스르뜨리는 힘이 없어진다. 이겨진 生地의 溫度도 上昇하기 때문에 더욱 더 못쓰게 될 뿐이다.

이런 境遇에는 이진 生地를 물에서 빼어 내서 充分히 冷却하고 可能하면 하루 밤 熟成시킨 後에 아침 잘식은 로울러로 조금씩 罨내리를 한 다음 熱入 로울러로 시이팅하여 내면 된다.

다음에 混練할 때의 分散 不良原因이라고 생각되는 條件을 列擧한 데니 參考로 하여 주기 바란다.

- 1) 素練이 不充分한 고무에 서둘러 가루類를 多量으로 添加한다.
- 2) 칼질을 너무 자주 한다.
- 3) 처음부터 물 間隙이 지나치게 넓다.
- 4) 물 表面에서 가루가 壓着되어 板狀이 된다.
- 5) 물 溫度가 70°C以上の 高溫인 때.
- 6) 기름類를 먼저 添加한다.
- 7) 한 罨취의 量이 너무 많다.
- 8) 되돌림 生地의 量이 너무 많다.
- 9) 가루類의 水分(1% 以上)과 粗粒子의 含有.
- 10) 기름과 가루類를 混合하여 添加한다.

8.2 混練의 均等性

分散 不良은 肉眼的으로 알기 쉬우나 困難한 것은 均等性 偏差이다. 곧 部分的으로 配合劑의 濃度가 變化하는 것으로 스코오치의 原因이나 加黃의 不均等이라는 點에서 本質的으로 製品을 못쓰게 만드는 境遇가

많다.

라인넬氏의 實驗에 따르면 表 5와 같이 混練로울러만의 混練과 이것을 다시 칼렌더를 한번 거친 境遇의 均等性을 灰分의 定量分析으로 測定하였다.

各 고무生地의 數個所에서 試料를 採取하여 分析한 結果이다. 混練고무의 偏差가 $\pm 5\%$ 가깝게 있는 것에 놀라움을 느끼며 칼렌더로 一種의 罨내림 工程을 한 것으로 $\pm 1\%$ 가까이에 까지 改善되는 事實을 充分히 알아 주기 바란다.

灰分 代身에 比重도 이 目的으로 때때로 使用한다. 특히 現場 方法으로는 영比重計라던가 黃酸亞鉛 水溶液의 浮法과 같은 簡便法이 보다 實際的이다. 工場에 따라서는 1罨취마다 可塑性나 加黃度 試驗(小片으로 한꺼번에 20種쯤 加黃하여 外觀의으로 偏差를 判定하는 方法으로 均等性 체크를 하고 있다. 그러나 表 5로 알 수 있는 바와 같이 1罨취 自體에 對하여도 部分的으로 相當한 不均等性이 있다는 것을 잊어서는 안된다.

表 5 混練의 均等性(라인넬氏)

同一配合고무	灰 分 (%)	偏 差 (%)
混練고무 生地	53.96~63.60	± 4.83
칼렌더고무 生地	57.39~59.58	± 1.10

8.3 混練의 어려움과 믿음직함

지금까지 장황하게 解説하였으나 아직도 다 쓰지 못하였다. 그러나 서툰은 쓸모 없는 긴 이야기는 도리어 混亂을 일으킬 念慮도 있고 뒤도 말려 일단 混練作業에 대한 이야기는 이 程度로 끝마친다. 混練作業이라고 하면 고무에 가루나 기름을 섞어 넣으면 되는 것으로 簡單하게 생각하는 젊은 技術者도 있다. 또 學校 出身으로 試驗 로울러로 여러가지 테이터를 잡는 시험을 하고 그것으로 混練은 卒業하였다고 혼자 여기는 분도 있다. 그러나 實際의 고무製品을 만들기 爲한 混練作業이라는 것은 決코 그렇게 簡單한 技術일리가 없다. 알기쉬운 實例를 들어 보이겠다.

똑같은 配合으로 春夏秋冬 같은 品質의 고무製品의 混練을 하여 보라. 또 새 混練物과 되이김(再練)物의 輻膜을 잘 交通 整理하면서 一定한 混練 고무配合物을 工程에 흘려 보라. 配合表上的 20種 가까지의 配合劑 管理를 하여 보라.

참말로 2가닥 로울러의 原始的 機械로 一定한 混練 고무配合物을 얻는 것 自體가 驚異라고 조차 나는 생각하고 있다.

더우기나 實際의 製品 配合에는 一見 無謀한 것 처

럼 보이거나 理外의 理라고 할 不可思議한 配合이 多數 있어 이것을 어떻게든 꾸려내야 하는 것이 混練 作業 者의 技術인 것이다. 보기를 들면 고무지우개와 같이 고무량의 10倍以上의 가루(炭酸칼슘)를 混合한다던가 特殊 防水布와 같이 同량의 사브를 添加한다던가 또 天然고무에 半량의 植物油를 添加하는 이김법 따위는 普通으로 到底히 想像도 할 수 없다. 前述한 水練法 따위는 아는 분이 적을 것이다.

어떻든 고무를 이겨내는 로울러란 世上에서 珍奇한 機械로서 100年來로 本質의으로는 조금의 變化도 없으면서 더욱더 威力를 發揮하고 있다. 따라서 섞이김(混練)이라고 稱하는 技術도 高리타분한 方法이나 쉽사리 내버릴 수 없는 믿음직스럽고 값이 있는 作業이다. 벤버리타던가 CM의 登場으로 近代化된 것 같지만 能率은 차치하고 品質의으로는 무어라 하여도 2가닥 로울러法에는 當하지 못한다. 이것은 벤버리로 이긴 고무와 2가닥 로울러로 이긴 고무의 斷面 潤氣만을 比較하여 보더라도 누구나 알 수 있을 것이다.

8.4 結論——새로운 混練作業

그런데도 不拘하고 우리들은 2가닥 로울러에서 벤버리믹서라던가 콘티뉴어스 믹서로 그 技術의 重點을 轉

換하여야 한다. 現在의 벤버리나 CM은 決코 完全한 混練 機械가 아니고 一種의 초벌 이김 機械이지만 能率面에서 絕對的으로 有利하다. 따라서 現在의 機械 그 自體의 改良은 勿論이지만 이 새로운 混練機에 適合하도록 고무라던가 配合劑의 體質 改善을 하여 가야만 할 것이다. 卽 天然고무는 2가닥 로울러에 適合하도록 태어나고 合成고무는 벤버리믹서에 適合하도록 育된 것일 것이다. 다만 密閉型 벤버리로는 로우터위에서의 混練 舉動을 알 수 없다. 따라서 基礎的으로 開放型 2가닥 로울러로 混練이란 어떤 것인가를 充分히 觀察하며 工夫하여 주기 바란다. 예를 들면

- 1) 고무의 살갓(表面)이 로울러 溫度에 따라 늘어나고 줄어든다.
- 2) 가루는 뱅크고무 속에서 돌면서 양 가로 옮겨간다.
- 3) 고무와 가루 사이에는 靜電氣의으로 吸引하는 境遇와 反撥하는 境遇가 있다.

라는 現象을 이 눈으로 充分히 보아야 두면 보이지 않는 벤버리 속의 고무가 눈에 보이는 것 같은 느낌이 온다. 卽 벤버리의 混練 機能이란 「로우터의 칼날(브레이드)과 믹싱챔버 內壁 사이에서 強力한 剪斷力을 받고 同時에 두개 로우터의 咬인 칼날 作用에 따라 챔버 안에서

表 6 벤버리믹서와 믹싱로울러와의 混練量

機 種	所 謂 馬 力	벳 취 混練			1日 混練量(8時間)			1個月混練量 (25日)		1個月混練量의 百分比 (벤버리 : 100)	
		天然 고무	合成 고무	이 김 時間	天然고무	合成고무	이 김 回數	天然고무	合成고무	天然고무	合成고무
벤버리믹서 #2 30L	100~150	28 kg	28 kg	素練 5分 混練 8分	1,536 kg ~1,792	1,536 kg ~1,792	48~64回	41,600kg	41,600kg	100%	100%
벤버리믹서 #3 75L	150~500	65 kg	65 kg	素練 5分 混練 8分	3,840 kg ~4,160	3,840 kg ~4,160	48~64回	100,000	100,000	100	100
믹 싱 로 울 러	16in 로울러	30 kg	21.5 kg	素練 7分 混練 25分	390	279.5	13回	9,750	6,975.5	23.4	16.8
	18in 로울러	55 kg	32.5 kg	素練 7分 混練 30分	660	390	12回	16,500	9,750	39.7	23.4
	22in 로울러	90 kg	50.0 kg	素練 10分 混練 30分	900	500	10回	22,500	12,500	22.5	12.5
	24in 로울러	140 kg	80.0 kg	素練 10分 混練 40分	1,260	720	9回	31,500	18,000	31.5	18.0

註: 1) 上記 數値는 混練 生地의 硬度中位의 것을 標準으로 하고 또한 1日 및 1個月 混練量은 素練 및 混練의 平均으로 算出하였다. 또한 混練時間外의 準備時間으로 1벳취마다 2分餘를 加算

2) 벤버리와 로울러의 作業量比較에 對해서는 다음 區分에 따라 對照한다.

- | | |
|-------------------|---------------|
| 벤버리믹서 | 믹싱로울러 |
| #2(基準容量 30L)..... | 16in~18in 로울러 |
| #3(同 75L)..... | 22in~24in 로울러 |

表 7 벤버리믹서와 믹싱로울러의 長短點

벤 버 리 믹 서	믹 싱 로 울 러
<p>[長 點]</p> <p>① 混練 效果가 좋다.</p> <p>② 合成고무도 天然고무와 同量 混練을 할 수 있다.</p> <p>③ 設置 面積이 작아서 좋다.</p> <p>④ 熟練이 必要없다.</p> <p>⑤ 混練完了 製品에 偏差가 나타나지 않는다.</p> <p>⑥ 카아본블랙이 飛散하지 않기 때문에 作業場이 淨化 된다.</p> <p>[短 點]</p> <p>① 配合物의 分散이 좋지 않다.</p> <p>② 이김量의 調節을 大輻으로 하는 것이 어렵다.</p>	<p>[長 點]</p> <p>① 配合物의 分散이 좋다.</p> <p>② 이김量의 調節이 可能하다.</p> <p>[短 驗]</p> <p>① 混練 能率이 나쁘다.</p> <p>② 設置 面積을 넓게 잡는다.</p> <p>③ 熟練을 必要로 한다.</p> <p>④ 混練 完了 製品에 偏差가 많다.</p>

表 8 機種別 標準價格

벤 버 리 믹 서	{ #2 500~ 900萬엔 } { #3 650~1,000 " }	콘프렛서 起動抵抗器包含
믹 싱 로 울 러	{ 16in 200~ 500 " } { 18in 230~ 500 " } { 22in 310~ 600 " } { 24in 540~ 800 " }	起動抵抗器包含

가르세로로 移動되어서 비로소 均一한 混合과 分散이 이루어 진다」는 狀態가 歷歷히 눈에 선하게 떠올라오니 不可思議한 일이다. 이는 洪코 誇張된 나의 獨斷이 아니다. 내 先輩中에 加黃罐 속에서의 고무 加黃 狀態가 보인다고 자랑한 분이 있었는데 이는 眼光이 종이 뒤를 꿰뚫어 본다.」는 것일 것이다. 나도 이 나이가 되어야 비로소 조금 알 것 같은 느낌이 든다. 하여튼 「잘 지켜 보는 것(凝視)이 생각하는 것 보다도 도움이 된다」는 것이 고무 加工技術에는 많은 것 같다. 그 위

에 도움이 되는 것은 「손수 이겨 본다」는 것이다.

最近 벤버리믹서와 믹싱로울러의 比較에 對하여 日本고무工業會에서 興味있는 資料를 發表하였으므로 表 6~8에 引用하였다. (日本ゴム工業會月報 No. 156).

한 말로 벤버리라고 하나 內容적으로 자꾸 進歩 改良되어 가고 있다. 따라서 벤버리는 초벌 이김 機械라고 暴言을 뱉은 것을 삼가 訂正하지 않으면 안될 때가 早速히 올 것을 바란다. (第5講 끝)