

## 應用 고무 加工技術 12講(Ⅳ)

金子秀男 著  
李德杓 譯

### 第 5 講 混練作業 (續)

#### 補講 · 各種 密閉型 混練機의 機能과 能熟한 使用法

##### 1. 補講 事由

最近 省力化나 公害 對策上 밴버리믹서를 代表로 하는 各種 密閉型 混練機 使用이 急增하고 있다. 開放型인 오픈로울러와 달라서 그 構造나 機能이 複雜하고 特히 混練 狀態를 外部에서 觀察하고 콘트롤할 수 없기 때문에 所謂 密室 犯罪的 失敗가 많은 것이 現狀이다. 그리고 밴버리 類似의 機種도 많아졌기 때문에 機能의 으로도 混亂을 免하기 어려우므로 以下에 基礎的인 密閉型 混練機에 對한 講義를 補充하게 되었다.

##### 1. 1 密閉型 混練機의 種類

現在 市場에 商品化되어 있는 各種 인터널믹서의 種類와 메이커를 表 1에 整理하여 보았다.

表 1. 인터널믹서의 種類 및 製作者

1) 밴버리믹서 (Banbury mixer)	
Farrel Co. Div. USM Corp. (美)	
David Bridge & Co. Ltd. (英) [Farrel社 特許設計]	
Krupp社 (西獨)	[ " ]
神戶製鋼所(日)	[ " ]
2) 인터믹서 (Inter Mixer)	

Francis Shaw & Co. Ltd. (英)	
Stewart Bolling & Co. (美) [Shaw社 特許設計]	
日立製作所, 田浦工場 (日)	
3) 인텐시브믹서 (Intensive Mixer)	
Werner & Pfleiderer社 (WP社) (西獨)	
三菱重工業(日)	[WP社 特許設計]
4) 배치믹서 (Batch Mixer)	
Comerio Ercole S. P. A. (伊)	
神戶機械(日)	[Comerio社 特許]
5) 샷믹서 (加壓式니이더)	
Baker Perkins Ltd. (英)	
森山製作所 (日)	
東信産業 (日)	
西村工機 (日)	
曾谷鐵工 (日)	
6) 밴버리型 인터널믹서 (Banbury-type Internal Mixer)	
Meccaniche Moderne社 (伊)	
Hömisich社 (西獨)	
VEB第一機械工場 (東獨)	
GUIX社 (西)	
日本ロール製作 (日)	
日本製鋼所 (日)	
南千住製作所 (日)	
川名重工 (日)	
大谷重工業 (日)	
大阪ロール機製作所 (日)	
北炭機械工業 (日)	

本家 밴버리의 (商標) 登錄名稱을 避하기 爲하여 混同되기 쉬운 名稱들을 使用하고 있지만 機能의

로 大別한다면 다음 表 2와 같게 될 것이다.

表 2 各種 인터널믹서의 機能別 分類

- 1) 異速로오터의 圓周 間隙間 混練과 램壓, 릿지의 補助 作用  
例. 밴버리믹서, 인터널믹서
- 2) 同速로오터의 表面 맞물림에 따른 混練이 主力 이고 其他는 補助作用  
例. 인터믹서
- 3) 로오터 外壁의 開閉 點檢式  
例. 뱃취믹서
- 4) 니이더(糊攪拌機)의 改良式으로 半圓周 間隙間 混練과 低壓 램과 릿지의 補助  
例. 加壓式 니이더

어는 것이거나 實際의 고무 混練用으로는 一長一短이 있어서 劃一的으로 어느 인터널믹서가 最良이라고는 斷定할 수 없다. 機種의 大小나 配合의 種類에 따라 差가 생기는 것은 勿論이지만 最大의 差는 機種, 裝置 그것 自体의 構造라든가 機能을 充分히 알고서 이것을 理想的으로 쓰느냐못쓰느냐에 달려있다. 고무 技術者의 標語에 「素練 3個月 가루이겨넣기 3年」이라는 年期의 必要性을 強調한 말이 있는데 나는 여기에 믹서 5年을 덧붙힐 것을 主張한다. 5年쯤 每日 믹서와 씨름하노라면 密閉型이 開放型과 같게 믹서 内部가 께뚝여 보이게 될 것이다. 나는 앞 講義에서 밴버리믹서는 熟練이 不必要하고 偏差가 적은 것이 特徵이라고 하였으나 그것은 理想的인 完全한



그림 1. 密閉型 混練機中の 고무 擧動  
(森山製作所 資料 提供)

機種인 境遇에 限定한 말이다. 現實的으로 所謂 밴버리와 비슷하나 構造가 다른 믹서인 境遇에는 잠간도 放心할 수 없는 겁나는 密室犯罪機械라고 보아야 한다. 그래서 밴버리믹서를 비롯한 各種 믹서의 内部 構造와 混練 機構에 對하여 若干 專門의인 解説을 補足하겠다.

## 1. 2 混練의 原理 (層流와 亂流)

오픈로울러를 例로 알기 쉽게 설명하면,

- 1) 롤間隙, 뱅크, 回轉, 等으로 얽은 層이 되어 一定 方向으로 混練 作業이 이루어지는 境遇를 原理的으로 層流 (Channel Flow) 라고 부른다.
- 2) 로울러 軋로 잘라서 뒤집기를 한다던가 두루말이하어 直角으로 롤間隙에 밀어넣어서 均質化를 試圖하는 境遇를 亂流 (Turbulent Flow)라 부른다.

이것을 어려운 技術用語로 表現하면

- 1) 層流란 壓縮 移動에 따른 얽내리 作用인데 混練 時間은 걸리지만 分散은 良好하다.
- 2) 亂流란 꼬임(剪斷力) 移動에 따른 갈질되물림 作用인데 混練 時間은 短縮되지만 分散은 그리 좋지 않다.

밴버리믹서型은 層流와 亂流의 長點과 短點을 巧妙하게 組合한 同時 混練 作業을 하는 것인데 補助 手段으로 램壓이나 릿지를 利用하여 完全 混練을 企圖한 것이다. 그러나 原理的인 機能은 層流와 亂流의 組合이라고 말할 수 있다.

## 1. 3 原料고무는 뱀장어(鰻鱺)와 같다.

混練機가 아무리 훌륭하고 合理的인 設計의 것 일지라도 相對인 原料고무는 아시는 바와 같은 粘彈性 폴리머라고 稱하는 普通 手段을 가지고는 해볼 수 없는 溫度에도 敏感한 만만치 않은 物件이므로 強壓으로 짓눌러서 이기기만 하면 屈伏하여 무우니粘度도 떨어진다고 생각하면 큰 잘못이다. 나는 實感的으로 고무는 뱀장어와 같이 재빨리 도망치는 잡기 어려운 놈이라고 보고 있다. 오픈로울러로는 能率은 나쁘지만 確實히 뱀장어의 急所를 잡을 수 있으나 밴버리型으로는 能率은 언뜻 보기에 좋으나 空間的으로 도망칠 곳이 많아 뱀장어를 붙잡아도 急所가 빛나가서 素練 效果를 올리기가 어렵다. 요컨대 밴버리는 믹서이지 마스티게이터는 아니라는 基本 原理가 이 까닭에 있다. 따라서 오픈로울러로 層流 中心의 豫備

素練을 가볍게 한 다음 밴버리로 層流 亂流 共同의 混練 作業에 옮기는 二段式으로 하는 것이 本格的인 方法이다. 이 方法이 時間的으로나 品質的으로 裨益 有利하다. 再生고무도 로울러로 가볍게 捻내리하여 投入한다. 近來에는 素練이 必要없다는 合成고무를 비롯하여 무엇이든 工程이나 人力을 省略하는 것이 合理化라는 風潮가 한창이지만 混練 技術에 關한 限 原始的인 품과 시간을 드리는 것이 恒賞 最高的 結果를 나타낸다.

## 2. 密閉型 混練機의 機構

本講은 P. 110 (Vol. 16 No 2)의 4.4에 對한 補足이다. 밴버리믹서의 보이지 않는 部分에서 어떻게 고무가 素練되고 카이본블랙따위가 어떻게 混合되며 分散되는 가를 보이는 것처럼 解說하여 보기로 하자. 機械的인 部品名이나 構造에 對하여는 p.111(譯者註: 本學會誌 Vol. 16 No 2) 그림 12를 잘 參照하기 바란다. 專門的으로 깊이 考고 들면 理解가 不되더라도 相關없으니 結論만을 잘 捕捉하여 주시오. 說明上 밴버리 中心으로 이야기를 하겠으니 이에 拘束될 必要는 없다.

### 2. 1 로우터의 構造

오픈로울러의 2가지 回轉 輪部에 對應하는 2가지의 로우터部가 무엇보다도 밴버리의 生命이다. 簡單히 생각하면 輪 表面에 一種의 凹凸部를 만드러서 接觸 面積을 크게하여 輪의 直線接觸에 回轉 移動接觸을 加味한 것이라고 생각하여도 좋다. 斷面積이 輪과 같이 圓形이 아니고 西洋 배와 같은 形狀이라는 것이다. 따라서 異速 回轉 로우터 끼리가 맞부딪히지 않

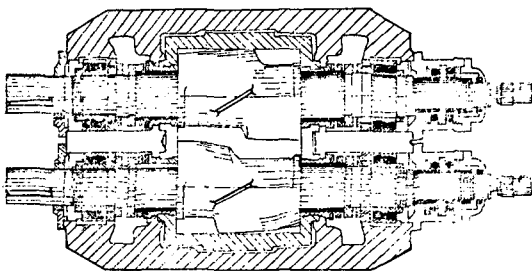
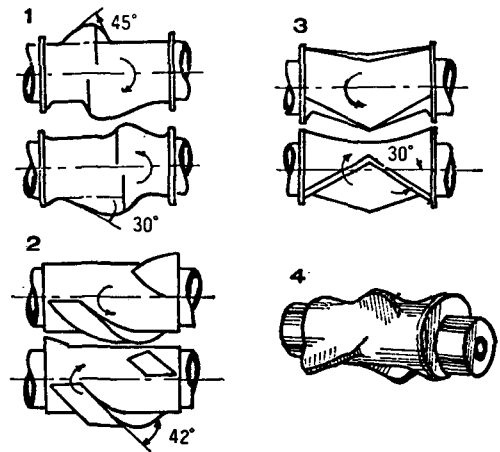


그림 2. 밴버리믹서의 로우터와 케이싱 位置

도록 하기 위하여서는 로우터의 間隙을 相當히 넓히지 않으면 안된다. 따라서 로울러의 境遇와 같은 間隙(클리어런스)을 利用하는 고무의 層流 混練은 不可能하여 진다. 그 代身 케이싱 内壁의 圓周部 클리어런스를 利用하는 밴버리 獨特의 層流 效果를 얻을 수 있다. 그래서 層流는 兩側 케이싱에서 이루어지는 것이다. (그림 2)

다음 그림 3은 代表的인 로우터의 構造를 나타낸 것이다.



- 1 : 밴버리 2翼 로우터
- 2 : 인터믹서 齒車式 로우터
- 3 : WP社 三角型 로우터
- 4 : 밴버리 4翼 로우터.

그림 3 代表的 로우터의 構造

### 【閑話休題】

로우터의 이야기가 점점 어려워지므로 잠깐 쉬기로 하자. 밴버리의 中樞 機能이라고도 할 로우터의 設計, 技術 內容에 對해서는 各社가 모두 嚴秘의 노코멘트이다. 發明者 밴버리氏(F. H. Banbury)도 그 設計는 75%가 經驗에 따른 試行 錯誤에 지나지 않는다는 것을 告白하고 있다. 오킨데 로우터를 일부러 弱한 材質로 만들어 摩耗度라던가 破損하는 模樣 등을 끈기 있게 改良하는 蓄積을 되풀이 하여 오늘에 이른 것이다. 다음 그림 4는 1916年 그가 처음으로 特許로 한 初期의 밴버리 圖面의 一部分인데 로우터는 스트레이트에퀴(fig. 2)와 三角에퀴(fig. 3)의

두가지 方式을 發表하고 있다. 오늘의 로우터와는  
 얼토당토 않은 原始的 構造인 것에 注意하라.

2. 2. 로우터의 作用

로우터의 자세한 說明은 뒤로 미루고 바로 로우터  
 가 어떻게 混練 作用을 하는가의 概念을 工夫하거  
 로 한다. 우선 그림5를 잘 보아 주시오.

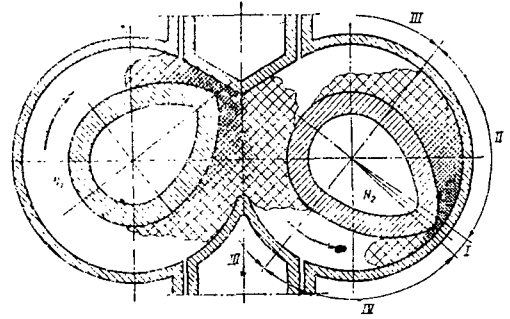


그림 5. 밴버리믹서 中의 剪斷應力의 分布

練 效果가 短時間에 發揮된다. 뿐만아니라 그러기 爲  
 하여서는

- 1) 로우터의 構造, 特히 先端部의 클리어런스
- 2) 램 壓力
- 3) 뱃취量

等等이 重要한 決定 要件이 된다는 것을 若干式 理  
 解하실 줄 안다.

理論的으로 말하면 剪斷力이 큰 (黑色이 진한 部  
 分) 層流와 작은 (黑色이 엷은 部分) 亂流가 組合된  
 效果를 어떻게 有效하게 하느냐이다.

2. 3. 로우터 先端部에서의 고무의 擧動과  
 흐름

이것이 밴버리 混練의 最大 急所이다. 오픈로울러  
 의 間隙을 調整하여 뱅크의 狀態를 바라보는 境遇와  
 비슷하므로 자세하게 工夫하도록 하자. 그림5의 로  
 우터 先端部만을 擴大한 것이 그림6이고 다시 層流  
 狀態를 力學的으로 解所한 것이 그림7이다.

로우터가 回轉할 때 고무가 한결같이 고르게 흐르  
 지 않고 回轉方向으로 고무가 달아나는 狀態를 아셨  
 을 것이다. 앞에서 고무는 뱀장어와 같더라고 한 말  
 을 되살릴 수 있을 것이다. 이것을 알기 쉽게 層流  
 로 說明하면 클리어런스 間隙의 고무의 흐름은

- 1) 케이싱 內壁에 接觸하는 部分은 固定되며 摩  
 擦 抵抗 때문에 가장 작고 로우터 先端部에 接觸하  
 는 部分은 移動하기 때문에 가장 커진다. 即 그림7  
 에서 세모꼴(A)가 이것이다.
- 2) 可塑化와 함께 흐르기 쉽게 되어 上下의 고무  
 의 흐름이 차차 같게 된다. (B→C)
- 3) 그러나 先端部를 떠난 部分의 고무는 도망친  
 狀態의 고무로 層流的으로는 初期의 세모꼴(A)와 같  
 은 狀態이다. (D)

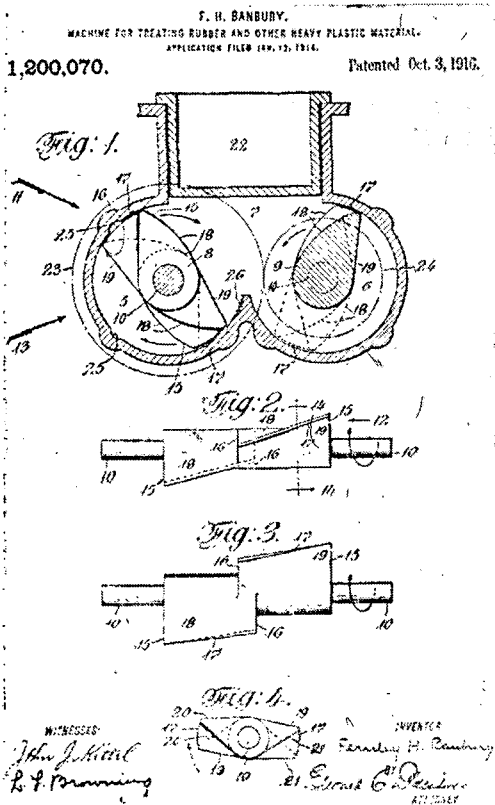


그림4. 미국특허 1,200,070  
 (밴버리믹서의 No. 1 특허의 일부)

오픈로울러와 마찬가지로 左右 2 가닥의 로우터가  
 中央으로 向하여 화살표 方向으로 異速 回轉을 한다.  
 그리고 고무와 필러(充填材) 混合物은 케이싱이나 램  
 內壁 隙間에서 混練되고 있는 模樣이 나타나 있다.  
 로우터의 先端部(날개(Wing) 또는 패들(Paddle) 이  
 라고 불리는 部分으로 이곳이 로우터의 急所이다)附  
 近이 黑色 濃度가 特히 높은 것에 注意하라. 即 고무  
 混合物에 주어지는 剪斷應力의 높고 낮음이 黑色의  
 濃淡差로 表示되어 있다. 요컨대 로우터의 回轉과 함  
 께 이 局部的 濃淡이 移動하여 全體의인 均質的 混

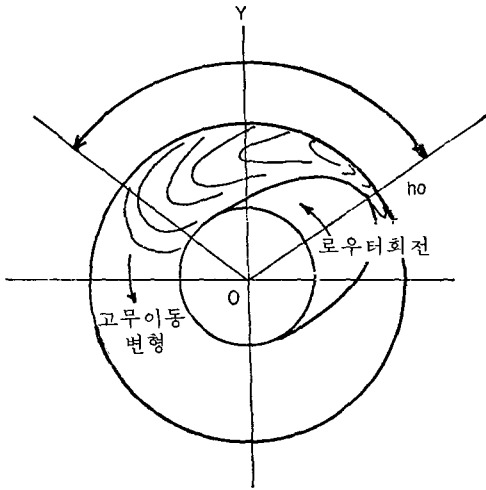


그림 6 로우터의 회전에 따른 混練物의 變形 狀態

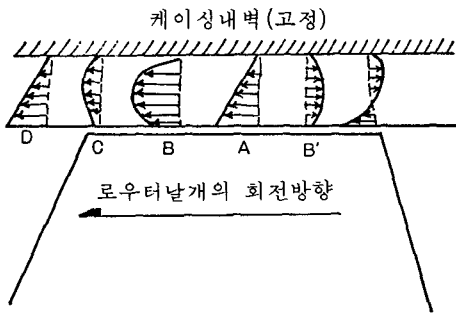


그림 7 로우터 先端部의 層流 狀態(平衡狀態와 假定)

4) 다음은 로우터 회轉과 逆方向의 고무의 흐름이다. 強力한 剪斷應力에 따른 고무의 變形 進行은 當然한 일이지만 이것과 逆方向의 흐름이 抵抗으로 생긴다. 이해하기 어려운 분은 押出機를 쓸때에 생기는 백프레셔(背壓力)에 依한 고무의 뒷거름질을 想像하여 주면 좋겠다. B'는 이것을 나타낸 것이다.

5) 고무가 로우터 先端部를 離脫하기 直前에는 一種의 膨脹이 일어나기 때문에 壓縮과의 사이에 흐름의 平衡 狀態가 생겨 고무의 흐름이 停止한다. 이 狀態야 말로 고무뱀장어에게는 움치고 떨 수 없는 어쩔 수 없이 層流 素練을 甘受하지 않으면 안될 絶對한 境地인 것이다.

以上 長惶하게 글과 그림으로 說明하였는데 要點은 뱀머리믹서의 素練이나 分散 急所의 完全層流 效果는 로우터의 先端部의 그것도 極히 限定된 局所에서 瞬間적으로 이루어지는 事實을 이야기 하려는데

있었다.

## 2. 4. 로우터의 回轉 速度

瞬間的 效果라지만 回轉數가 增加하면 그 威力은 업신여길 수 없다. 또 回轉速度의 增加는 고무가 갖는 緩和 應力 變化의 限界를 넘기(고무뱀장어가 도망치는 것보다도 빨라지는 것) 때문에 剪斷應力의 效用도 높아져서 混練 效果도 增加한다. 그러나 너무 지나치게 빠르게 되면 前記 C'의 瞬間的 完全層流 狀態로 效果를 發揮할 수 없게 되어 本錢도 잃고 만다. 따라서 適當한 速度로 最大의 剪斷應力下에서 로우터를 回轉시키지 않으면 안된다. 그림 8은 그 傾向을 具體的으로 表示하는 一例이다.

## 2.5 클리어런스와 랜드길이

最大의 剪斷應力下에서 로우터의 最高能率을 얻기 爲하여서는 以外에 두가지 棼의 條件이 더 必要하다.

- 1) 클리어런스
- 2) 랜드길이

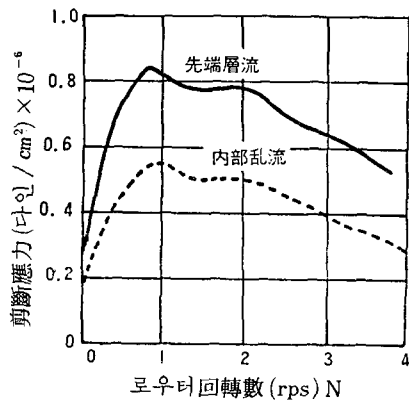


그림 8 로우터의 回轉數와 剪斷應力  
다만 回轉數는 每秒當인 것에 注意하라. ×60하여 rpm으로 換算할것. 또한 先端部가 内部보다 剪斷應力이 높고 效果의으로 作動하는 것도 再確認하자.

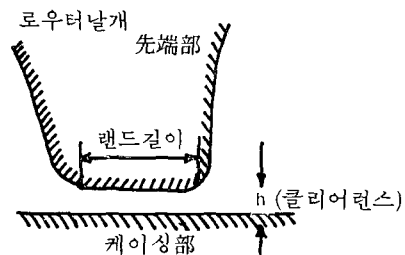


그림 9

說明할 必要도 없이 그림 9를 보면 알 수 있는 바와 같이 로우터 先端部分의 急所를 뜻한다. 普通 클리어런스는 2.5~5.0mm 程度라는 메이카의 發表가 있으나 正確한 數字는 알 수 없다. 랜드길이에 對하여서도 마찬가지이다. 그리고 假令 正確한 敎示가 있더라도 消耗度가 甚한 곳인 만큼 現在 얼마쯤의 클리어런스나 랜드길이를 作動되고 있는지를 알 수가 없다. 그래서 大體의 傾向을 文獻에서 알아 차려서 應用하는 道理 以外에는 달리 方法이 없다. 다음 表 3은 Bernhardt 著 Processing of Thermoplastic Material의 引用例이므로 嚴密하게는 고무 材質의 과는 다르나 參考는 될 것이다.

表 3 밴버리 機種에 따른 混練 能力 比較

機種	容量 (in <sup>3</sup> )	ho		回轉數 (N) (rpm)	랜드길 이 (L) (in)	NL
		(in)	(mm)			
B	103	1/8=3.17		120	1/4	30
No 3	4,315	3/16=4.76		56	1/2	28
No11	14,940	3/16=4.76		40	1	40

實驗 結果의 能力은 表 3에는 나타나 있지 않으나 NL에 거의 比例하고 클리어런스에는 關係가 없었다. 이는 PVC 따위의 混練인 境遇이고 고무인 境遇와 같이 分散을 必要로 하는 境遇에는 클리어런스의 條件이 아주 重要 因子가 되는 것을 잊어서는 안된다. 遺憾스럽게도 클리어런스가 작아지면 混練 抵抗이 커지고 發熱量도 增大하여 能率이 低下하기 때문에 어느 程度의 餘裕나 許容度로 參아가는 것이 現實情이라고 하리라. 클리어런스를 로울러인 境遇의 물間隙(넓)이라고 본다면 랜드길이는 롤뱅크의 높이나 回轉에 相當한다. 랜드길어도 큰 것만이 能事가 아니며 이는 分散에 關係한다. 一般의 機種이 大型化할수록 能率은 向上하지만 品質의 으로 分散 偏差가 低下한다고 이야기 되고 있는데 그 까닭은 클리어런스와 랜드길이의 增大가 必然의 原因이라고 여겨지고 있다.

로우터 先端部는 스테라이트 따위의 超硬 耐摩耗 合金을 다시 복돋음쇠 加工시켰지만 普通 2年間에 한번쯤 點檢 修繕할 必要가 있다. 이에 對하여 챔버 케이싱은 물론 鑄鋼이다. 最新型에는 交換이 可能하며 裏面에 冷却 찬넬 홈을 附着한 内壁 라이너 케이싱도 市場에 登場하였다.

### 3. 밴버리믹서의 能熟한 使用法

재미 없는 機械的인 構造라던가 機能에 對한 이야기는 이쯤으로 끝내고 고무장이에게 所用되는 能熟한 밴버리 使用法 實技에 들어가기로 하자. 事前에 말하지만 以下の 技術 데이터는 正規 밴버리믹서를 使用한 境遇이므로 여러분이 工場에서 使用하고 계시는 所謂 밴버리型的 境遇와는 반드시 一致하지 않을 지도 모른다. 우리는 이름이나 外觀만으로 밴버리라고 하면 모두 同一 機種이라고 錯覺하고 있지만 實際로는 밴버리만큼 最上級에서 最下級에 이르기까지 대단히 性能差가 甚한 機械도 없다. 이유는 原始的인 오픈 로울러와는 달라서 最新型 複雜 機能機의 宿命이라가 그만큼 細心한 配慮와 勞苦가 要求되는 것이다. 暇와 속에 던져 넣고 一定 時間 드르륵 回轉시켜 아래로 떨어뜨려 내기만하면 한배합 完了라고 생각한다면 큰 誤算이다.

#### 3. 1. 混練時間의 短縮

로우터의 回轉 速度를 增加하고 剪斷應力이 最高인 곳에서 混練을 하여야 한다고 前說하였으나 具體的 實例를 그림 10에 表示하여 보자. (使用한 밴버리믹서는 #11). 具體的 混練 比率(%)를 附記한다(表 4).

時間 短縮은 當然히 混練量을 增加시킨다. 그와 함께 灣한 이야기이지만 動力用的 馬力數도 그림 11과 같이 直線的으로 增加한다.

#### 3. 2. 灣量의 增加

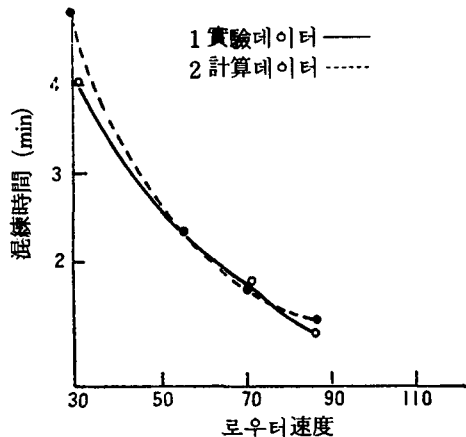


그림 10 로우터 速度와 混練時間

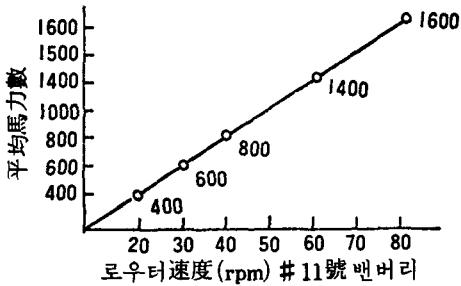


그림 11 로우터速度와 所要馬力數

表 4 로우터速度와 混練比率

로우터速度 (rpm)	混練時間比 (%)	混練量比 (%)
30	133	80
40	100	100
60	64	140
80	48	160

흔히 밴버리 용량은 리터( $\ell$ )로 規定하고 있다. 即 케이싱 内部 體積에서 로우터體積을 뺀 收容能力(챔버量)이다. 밴버리믹서인 境遇 機種에 따른 용량이

機種	B	3	9	11	15	27
容量( $\ell$ )	1.6	70	182	234	370	619

와 같이 嚴格하나 適正한 한 餵취容量은 簡單히 號數 $\times 20\ell$ 로 본다.

結局 챔버 容量보다 若干 적게 餵취 容量을 規定한다. 그 理由는 로우터사이에서 한 餵취의 量이 移動시켜지는데 必要한 空間을 準備하여야 하기 때문이다. 이 空間 設定이 밴버리 混練技術上의 重要한 決定的 要件의 하나인데 配合의 種類, 特히 硬度나 스코오치와의 關係에 따라 달라진다.

原則적으로 한 餵취의 量은 챔버量의 2/3(67%)로 한다. 附言할 必要도 없겠지만 챔버量은 重量이 아니고 配合物 比重으로 총무게를 나누어 얻은 容量單位이어야만 한다. 그런데 싸내리를 하는 分들은 무게로 장사를 하는 탓인지는 몰라도 옛날부터 容量單位가 머리에 바로 떠오르지 않는가 한 餵취量을 모두 重量單位로 끝내버리는 風習이 많다. 밴버리技術따위를 發揮하기 以前에 무엇보다 먼저 重量(무게)으로 擘 擘 머리를 容量(부피)을 생각하는 머리로 바꾸는 것이 先決 問題일 것이다.

餵취容量은 많아도 안되고 적어도 안된다. 加黃條

件과 마찬가지로 under(不足), optimum(適正), over(過多)의 3段階로 보아 適當하게 하여야 한다. 그 實例를 그림12로 工夫하자.

即 餵취量을 많게 하더라도 軟한 고무配合일 때는 剪斷應力이 크게 걸리기 때문에 밴버리로서의 混練 效果가 充分히 發揮된다. 剪斷應力이라는 어려운 用語 代身에 토크(負荷)로 表現하면

餵취容量 (%)	토크가 걸리는 狀態
50	너무 적어서 나쁨
70	可~良
80	良

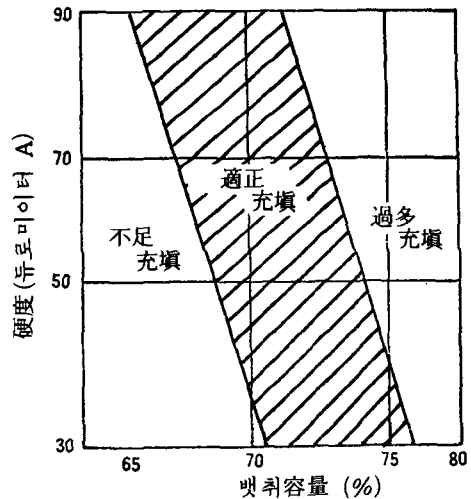


그림 12 고무配合物의 硬度에 따른 最適餵취容量의 決定範圍

### 3. 3. 램壓力·춤추는 램(Dancing Ram)

밴버리믹서의 成功은 로우터와 램의 巧妙한 組合에 있다는 것을 아는 分은 적다. 로우터의 回轉으로 亂暴하게 左衝右突하는 고무와 필러를 上部에서 擘 내려놓려 가루나 기름이 飛散하는 것을 防止하는 것과 同時에 適當한 上下運動을 늘 反復하면서 챔버內의 交通整理를 훌륭히 해내고 있다. 그것이 바로 램의 所任인 것이다. 밴버리에 熟練된 사람은 램의 微妙한 上下運動(춤추는 램이라고 한다)만을 지켜보는 것으로 密室 内部의 混練 狀態를 손에 잡은 것같이 判斷할 수 있다라고조차 이야기되고 있는 形便이다. 이래서 單純한 뚜껑이 아닌 것이다.

번버리의 能率化에 따라서 램壓은 勿論 構造도 그림13과 같이 變化하여 왔다. 램실린더 지름도 280mm → 406mm → 508mm로 커지고 웨이트面의 램壓도 最初의 3.3배로 增加하여 混練時間도 短縮되기에 이르렀다.

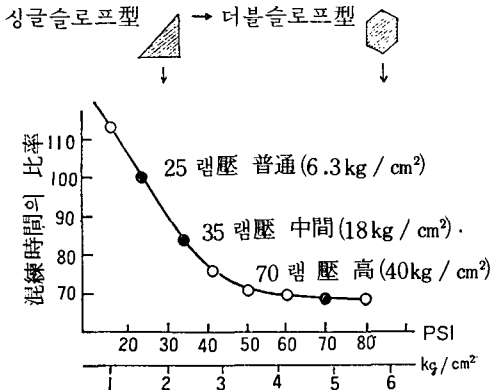


그림 13 램壓과 混練 時間比

램壓은 一般의 空氣壓으로 램이 아래위로 오르내리고 先端部를 프로우팅웨이트라고 말한다. 이 뜬다(Floating)는 表現에 注目하라. 챔버 内部의 고무 混練物의 舉動에 맞추어 一定한 램壓으로 一定한 토오크를 保持하고 있는 것이다.

### 3. 4. 冷却法의 改良

大型化, 高速化, 高壓化는 冷却法의 改良 없이는 그 目的을 達할 수 없다. 從來의 로우터 内部나 케

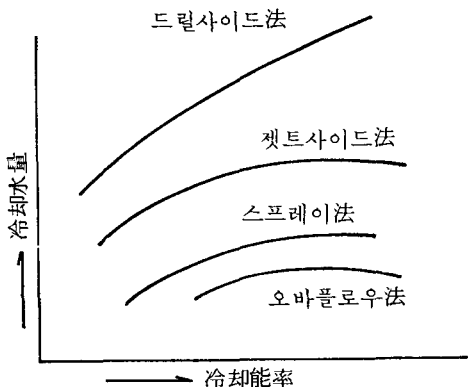


그림 14 冷却方法과 效率

이상의 流水 即 오버플로우法으로는 이미 不充分하여서 스프레이法, 스프레이사이드法, 드릴 사이드法 등으로 차례로 새로운 冷却法이 登場하였다. 專門의 構造는 機械製作社에 問議하여 주시기로 하고 結論만을 그림14로 比較한다.

原則的으로 冷却水는 6℃의 칠드水(冷水)를 使用한다. 우리 나라와 같이 20℃의 수도물을 泰然하게 使用하고 있는 境遇는 論外로 생각하여 주기 바란다.

### 3. 5. 防塵裝置 (더스트스토퍼)

所謂 더스트스토퍼의 良否는 密閉混練機의 價値를 決定하는 重要條件의 하나이다. 常識的으로 생각하면 로우터部 빅크의 베어링部分에 있는 팩킹만 完全하게 하면 더스트스토퍼와는 큰 問題가 아니라고 생각된다. 그러나 實際로는

- 1) 強力한 馬力數로의 로우터에 미치는 強力한 뒤틀림 應力을 지탱하고 뿐만아니라 150℃ 以上의 高温下에서 多量의 프로세스油나 카아본블랙에 견디어 낼 수 있는 팩킹材는 存在하지 않는다.
- 2) 또한 摩擦을 적게 圓滑히 回轉시키고 適當히 注油를 하는데는 多小의 클리어런스가 아무래도 必要한 것이다.
- 3) 強力한 고무混合物의 混練 壓力이더라도 僅少 카아본이 그 클리어런스를 通해서 噴出한다. 新式의 高速, 高壓, 大型化와 함께 더스트스토퍼의 要求도 더욱 더 까다롭게 되었다.

各 메이카가 各各 머리를 짜내어 獨特한 더스트스토퍼를 製作하고 있다. 代表的인 것 2種類만을 紹介한다.

#### 1) SSS法 (Self-shield dust stop)

本家 화렐社의 國際 特許로 混練中의 고무配合物의 流動 壓力의 增減으로 팩킹을 짓누르는 壓力을 油壓으로 自動調節的으로 變化하며 自己封鎖를 한다. 即 緩急 自由自在인 一種의 完全스통法이다.

#### 2) CLG法 (Controlled Leakage Gland)

쇼우社 인터믹서의 스토퍼이다. 最少限(0.3%)의 고무配合物을 일부러 스토퍼를 通하여 外部 飛散하지 않게 새도록 만든다. 完全스통하는데 無理가 생긴다. 그것보다도 一種의 潤滑材와 密封材의 效果를 얻으면서 0.3%를 連續的으로 排出하는 便이 賢明하며 故障도 적다. 所謂 制御



스톱法인 것이다.

SSS法이든 CLG法이든 어느 것이나 로우터 構造나 内部 機構와 密接한 關係가 있고 獨立的으로 그 機能을 發揮할 수 있는 것은 아니다. 數年前 本國의 화이어스톤 타이어工場에서, 新型 本버리 作業者가 흰 가운을 입고 일하고 있는 것을 보고 놀랐다. 이와 함께 우리나라의 本버리型(型이라는 뜻에 注意!)의 검은 연기가 자욱한 것과는 對照的이어서 나는 우리나라 것들은 半密閉型이라고 부르고 있다.

### 3. 6. 混練物 排出法

從來의 押出式 슬라이딩法은 時間이 걸릴뿐만 아니라 粘着配合等인 境遇에는 미끄러짐이 나쁘고 排出이 困難할 때가 없지 않았다. 近來에는 接合링식 태클레버를 應用한 드롭도어法에 依한 急轉시키는 方法을 많이 採用하게 되었다. 兩法의 比較를 알기 쉽게 表5에 整理한다.

表5 排出方法 比較

	슬라이딩法	드롭도어法
混練時間(分)	4分=240秒	4分=240秒
排出時間(開閉), 秒	60	10
排出時間, %	25	4

表6 오픈로울러, 本버리, 니이더의 混練 比較

要 點	오픈로울러 (22×60)	本버리 (3號)	니이더
배치量(kg)	33~55	55~64	60
모터馬力	100~125	150~300	100~125
回轉數(r. p. m)	18 / 20	35 / 41	24 / 30
回 轉 比	1.15	1.17	1.25
로 울 러	平滑, 直線接觸	凹凸, 曲線接觸	凹凸, 曲線接觸
클리어런스(속도比)	7~40	110	80
뱅 크	鈍角	銳角	銳角
混練時間(約) 칼질되막임	20分 必要	5分 不要 (自動的)	7~10分 不要
分散作用	層流	層流亂流	層流亂流
品質(分散效果)	上	中	中

요즘과 같이 本버리의 믹싱사이클을 短縮하는 問題가 시끄러울 수록 이 排出時間이 重要한 因子가 된다.

以上으로 本버리믹서의 機械를 中心으로 한 使用法의 基礎的인 講義를 마친다. 復習을 兼하여 오픈로울러의 混練과의 比較 對照를 하여 보시오(表6)

특히 우리나라와 같은 小企業이 많은 고무工場에서는 쓸모없이 大型 本버리로 高能率을 競爭하기 보다는 多少 能率이 낮아도 失敗가 적은 이 輕便型 本버리인 니이더를 使用하는 便이 設備的으로나 品質的으로 適合한 것 같은 생각이 든다.

다만 이 境遇 特別 注意를 할 것은 前期 素練으로서 오픈로울러와의 組合作業을 익숙하게 하는 것이며 이것으로 놀랄만큼 니이더의 效率를 올릴 수가 있다. 混練後의 로울러에서의 再練과 마무리이김도 勿論 重要하다.

### 3. 7. 加壓式 니이더

一種의 輕便型 本버리믹서이며 最近 우리나라에서 急激히 使用이 增加한 注目 加工機이다. (그림15)

外觀이나 니이더라는 이름에서 받는 印象으로는 W P社(西獨)의 고무용 多翼式 密閉型 攪拌機에서 由來한 것 같다. 그러나 本버리믹서 自體가 이 니이더를 脫皮하고 改良된 것임을 생각하면 輕便型 本버리보다 優越한 特徵도 發見할 수 있다. 애써 알기 쉽게 表現한다면 오픈로울러와 本버리믹서의 中間의 多目的 半密閉式 混練機라고도 불릴 수 있을 것이다.

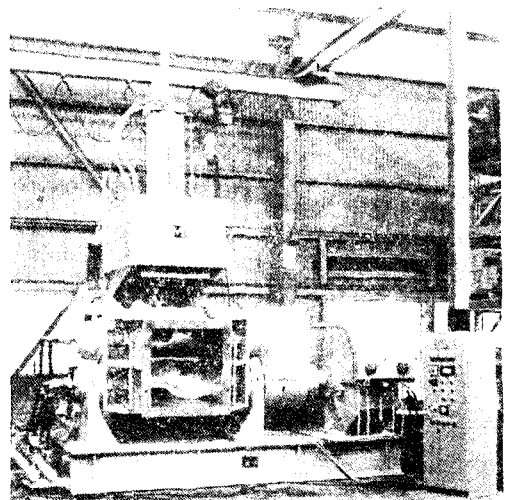


그림15 加壓式 니이더 (森山製作所 D 100 - 150型)

이 半密閉式이라는 말은 前章에서 비싼 다스트스토퍼의 不完全을 指目하는 것이 아니다. 物件을 넣고 벨때 마다 덮개를 열어야만 한다. 언뜻 보아 原始的이지만 이것으로 内部의 로우터나 클리어런스의 點檢이나 清掃를 自由로 할 수 있고 混練 狀態가 좋은지 나쁜지를 檢討할 수가 있다. 챔버를 기우리는 것으로 混練物을 끄집어 내는 方法도 니이더型的의 特徵이다.

表7 代表的 믹서 比較

	밴버리型	인터믹서型	니이더型
混練效果	◎層流, 乱流	◎傾斜的層流	△部分的層流
分散效果	○	◎	○
冷却效果	○	◎	◎
價格	高	高	中

注1) 層流... 壓縮 移動에 따른 얽내림作用으로 分散이 좋다.

乱流... 꼬임(剪斷應力) 移動에 따른 되메김作用으로 分散이 나쁘다.

注2) 傾斜的層流 (tapered channel Flow Mixing) 理論的으로는 밴버리型的의 Constant Channel Flow 인 境遇와 比較하여 強力하고 能率的 混練 效果를 發揮한다고 한다.

注3) 實驗室用 밴버리(B形)의 結果를 그대로 大型 밴버리의 結果에 適用하는 것이 不可能하다는것을 理論的으로 解明할 수 있다. (大型일수록 溫度가 오르기 쉽고 粘度는 떨어지고 剪斷 應力이 줄어들기 때문에 分散이 나빠진다)

注4) 인터믹서型 및 니이더型的의 分散效果는 로울러 이김(특히 熟成後)에 依하여 顯著하게 改善된다.

勿論 缺點도 있다. 混練 效果로 따져보면 밴버리가 全円周 接觸인데 對하여 절반인 2/3円周 接觸임으로 能率的으로는 半減이고 時間的으로는 倍에 가깝다. 그러나 그렇기 때문에 低 馬力이고 低 發熱이며 分散 效果는 좋다. CR와 같은 젤化의 憂慮가 많은 고무를 爲해서는 아주 安성 맞춤인 믹서인지도 모른다. (表7)

이 니이더型 믹서는 外國 特히 유럽에서는 옛날부터 元祖인 WP社를 비롯하여 英國의 Baker-Perkins社, 佛蘭西의 Savy Jeanjean社 등에서 製作되어 유럽流의 차분하며 確實한 混練 技術에 寄與하고 있다. 그림16은 그 一例인 Perkins社의 Shearmix 이다.

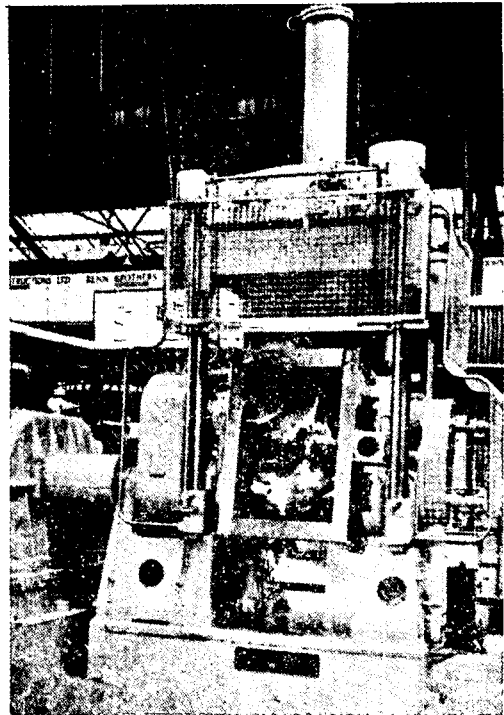


그림 16 Perkin社 Shearmix

#### 4. 密閉型 混練機의 새로운 使用法

大型化와 高速化를 60年間이나 推進시켜 온 밴버리믹서 製作에 最近 方向轉換의 傾向이 나타나고 있다. 技術的으로 보아 興味로운 일이다. 從來의 11號와 27號의 中間인 15號를 標準型이라고 發表한 點이다. 그리고 밴버리 2台를 組合한 텐덤(tandem)方式을 獎勵하고 있는 것이다. 前者는 27號型 밴버리에 對한 부담을 하게 되므로 삼가나 後者는 밴버리의 缺點을 改善하는 改良法이기 때문에 說明하려고 한다.

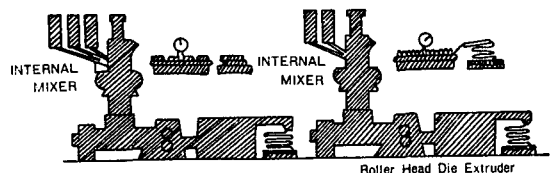


그림 17 텐덤方式 混練機

##### 1) 텐덤混練法

텐덤이란 雙頭馬車라던가 二人乘 自轉車를 말한다.

即 마스터벳취專用的 高温 高速 밴버리와 마무리이 깎專用的 低温 低速 밴버리의 2대를 한데 묶어 한 工程의 混練作業을 한다. 二段式 밴버리 混練法인 것이다. (그림 17)

두대의 밴버리 사이의 連絡은 押出機에 依한 連續 造粒方式을 採擇하고 이 粒狀化로 偏差 防止, 冷却, 風送 및 貯藏에 便利하도록 改善되었다. 生産性 比率도 從來의 밴버리 → 로울러法과 比較하여 밴버리 → 押出機(케리트, pellet) → 밴버리法은 2.47배 라고 화렐社는 發表 하고 있다.

2) 改良 逆練(up-side down) 法

混練 順序는 먼저 原料폴리머를 投入하여 素練 可 塑化한 다음에 充填劑를 混合하는 것이 常例이지만 밴버리믹서가 登場하고나서 妙한 混練法이 궁리되어 가루를 먼저 넣기도 하고 기름을 먼저 넣기도 하는 從來의 混練技術로는 想像도 할 수 없는 方法이 試圖되었다. 그런데 이것이 또 이상하게도 從來의 混練 法보다도 좋은 結果를 나타내는 境遇가 있다. 밴버리로 온세계의 고무장이기 苦生을 거듭한 끝에 고무장이답게 理論따위야 개나 주어라는 式的 亂暴한 非常 手段을 쓴 것이 뜻하지 않은 成功을 거둔 호뭇한 實例인 것이다.

表8은 Stephens et al.: Rubber Plastic Age, 48 (2) 160 (1967)에서 引用한 改良 逆練法으로 카아본

分散에 좋은 結果를 얻은 實例이다. 이상하다고 생각하는 분을 위하여 그 理由를 말하리다. 콜롬버스의 달걀은 아니지만 이루어진 結果의 說明쯤이야 누군들 할 수 있다. 그러나 重要한 點은 알의 한쪽 모서리를 破損시켜서라도 억지로 이르게 세우는 것이다.

블랜드 폴리머의 混練은 主役(70% 以上 配合되는 것)의 폴리머 中心으로 생각하라고 本講義에서 說明 하였다. 이때 主配合의 SBR1712는 아시는 바와 같이 油展폴리머이어서 너브가 弱하고 미끄러지기 쉽다. 그래서 가루類를 먼저 投入하여 밴버리 内部의 로우터나 케이싱을 가루투성으로 만들어 미끄러지기 어렵게 만든다. 그리고 나중에 投入된 SBR도 混練 하기 前에 가루투성으로 만든다. 가루투성이 된 고무는 表面이 딱딱해지고 아울러 고무와 고무사이에는 先客인 가루類가 多量으로 있기 때문에 싫어도 이것과 부닥치면서 고무끼리의 集結이 일어난다. 그리고 全體적으로는 너브가 強한 딱딱한 配合고무의 混練 效果를 十分 發揮하는 結果에 이른다. 밴버리믹서는 타이어 트레드 配合에 알맞게 製作되어 있으므로 카본이 많이 들어가는 딱딱한 配合에 最適이며 무른 配合는 다루기 힘들고 언짢은 상대인 것 같다.

一般的으로 逆練法은 하이로우딩(過量充墳) 配合으로 벳취量도 90% 가깝게 하고 램壓도 普通보다는 높게 하는 便이 좋은 結果를 얻을 수가 있다는 것을 付記한다.

表 8 SBR/BR 트레드 配合物 마스터벳취 混合法과 카본 分散度와의 關係

混合法	普通法	逆練法	改良逆練法
타임스케들0 (分)	폴리머 (SBR, BR)	모든配合劑	BR 및 모든配合劑
1	4/5블랙+ 其他powder	SBR, BR	
3	1/5블랙+ 기름+wax		SBR 1712
5		掃除削落	
6		dump	
平均dump溫度 (°C)	115	165	155
分散 (%)*	80~85	80~90	95~99

注) \* Leigh, Dugmorge R. C. T. 29 1303 ('56)의 方法에 따름.

數値가 클수록 分散良好.

3) 混練 舉動의 觀察

내나름대로의 밴버리密室犯罪論에 對하여 混練 舉動을 손바닥을 뒤집는 것같이 明確하고 論理的으로 解說한 資料를 參考로 提供한다. 日本合成고무 (JSR)의 草水, 二宮, 怡土 諸氏의 勞作에서 B型 實驗用 밴버리로 SBR #1500과 ISAF 50부의 混練 作業時

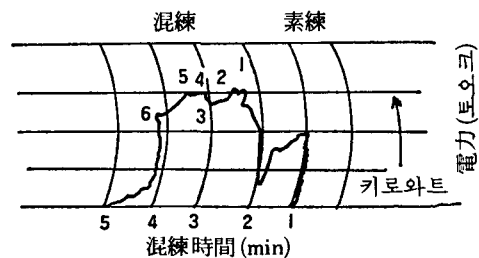


그림 18 電力(토크) 變化曲線(自動記錄式)

間과 함께 電力(토포크)은 그림18과 같이 變化한다. 曲線上의 1에서 6까지의 採取 뱃취의 外觀과 무우니粘度を 測定한 結果는 100附近에서 72까지 低下한다. (表 9)

表 9 混練 段階마다의 外觀과 粘度變化

스테이지	採取 뱃취의 外觀	무우니粘度
1)	딱딱하고 날카로운 黑色	109.5
2)	小塊로 고무相은 不連續	107.5
3)	너브가 강한 고무狀 小塊	100.0
4)	不連續이나 完全한 고무狀	95.0
5)	連續相, 斷面은 光澤	87.5
6)	더욱 매끄러워진다.	72.0

그리고 다음 結論에 到達하였다.

1. 誘導時間: 고무가 찢어져서 필러로 가루투성이가 되는 過程(토포크小)
2. 混合第1期: 필러가 고무小片의 表層에 섞여 들고 小片끼리가 壓着 一體化되어 잔다(토포크上昇)
3. 混合第2期: 필러集塊의 破壞, 分散(토포크若干低下)
4. 混合第3期: 언더번버리(로올러 또는 押出機) 分散은 進行하지 않고 平均化, 粘度 低下(토포크 徐々이 低下)

詳細한 것은 文獻 日本ゴム協會誌: 36 No. 11, 1011 (1963)을 찾아서 천천히 工夫하여 주기 바란다. 흙을 잡는 것은 아니나 번버리믹서인 境遇 特히 注意하고 싶은 것은 B型和 같은 容量 1ℓ인 境遇와 實用 3號의 70ℓ인 境遇에서는 實技적으로 相當한 差異가 나온다는 것이다. 그러나 原理的 舉動으로 이것을 순순히 認定하고 實技 練磨에 努力하지 않으면 안된다.

本講義(譯者注: 고무學會誌 Vol 16, No. 2, p 111)에서도 概略 說明하였으나 補足하여 混練實技의 重要資料로 提供한다.

#### 4) 分散 改善法

번버리믹서의 最大 弱點이 分散度의 不充分과 偏差이다. 고무장이라면 번버리로 이긴 것인지 오픈로올러로 이긴 것인지를 切斷面의 光澤을 比較하는 것만으로 곧 안다. 뿐만아니라 요즘같이 너브가 없는 低무우니 폴리머나 高溫 短時間의 인스턴트 이짐이 판을 치고 能率을 本位로 한 번버리의 大型化가 이

루어질 수록 이 分散 不良은 더욱 增大할 것이다. 그래서 폴리머 메이커, 카아본 메이커, 機械 메이커들이 必死的으로 이 對策 改善에 努力하고 있는데 比해 意外로 無關心한 쪽이 우리들 加工技術者인 것이다. 왜냐하면 냄새가 나는 것에는 뚜껑을 덮는다는 것이 密閉型 믹서이고 優劣의 區別을 가리지 않고 함께 털어 넣고 들들 돌려서 타이머가 울리면 아래로 떨어뜨려 한 뱃취가 끝났다고 생각하는 作業者도 있기 때문이다. 한번 오픈로올러에서 고무나 가루가 混練을 꺼려 抵抗하는 것을 보아 주시오. 特히 混合과 分散은 舍려 다른 것이어서 混合하기는 쉬우나 分散하기는 어렵다는 것을 깨달아야 한다. 層流를 利用하여 얇게 고무를 느려퍼면서 가루를 스며들게 하여 얇은 시이트 안에서 가루 덩어리를 늘려부시면서 分散시키는 것이 요령이다. 칼질되메짐 따위의 亂流로는 언뜻 보기에는 빨리 되는 것 같지만 덩어리채로 늘려놓게 되는 것 뿐이며 分散을 어렵게 만드는 것이므로 로올러 위에 가루가 남아 있는 동안에는 칼을 매지말라는 것은 젊었을 때부터 귀가 따갑도록 배운 分散의 鐵則이다.

그런데 번버리믹서에서는 敢히 이 鐵則을 깨뜨려야만 한다. 그래서 번버리流의 分散 改善法이란 新技術이 誕生하였다. 그러나 이것은 큰 問題여서 믹서의 機構, 運轉은 勿論이고 配合 內容이나 添加의 順序, 타이밍과 함께 最後의 끝마무리 로올러法 등 一貫된 細心한 注意와 品質管理에 依해서만 비로소 可能하여진다. 要約하면 번버리의 缺點을 率直하게 認定하고 이것을 어떻게 능하게 그 缺點을 적게하여 주는 가에 달렸다. 以下 내 나름대로의 힌트모음을 列舉할 터이니 參考하여 주기 바란다.

a) 번버리配合으로 修正할 것.

오픈로올러의 配合을 그대로 번버리로 하는데 無理가 있다. 폴리머도 高무우니, 카아본도 高스트릭 처, 기름의 多量 添加 보다는 可塑劑의 少量 添加가 바람직하다. 比較的 粗粒子의 가루類를 軟化劑로 使用한다.

b) 豫備 素練을 로올러에서 잠간할 것

特히 NR인 境遇 겨울에는 絶對로 必要하고 素練이 不要인 合成고무라도 豫備 素練을 하는 便이 分散이나 物性 偏差 防止에 도움이 된다. 再生고무나 사브類인 때에도 必要하다. 軟한 것일 수록 分散이 어렵기 때문이다.

c) 단단한 것이 좋고 무른 것은 抑制할 것.

속담과는 反對, 고무의 너브가 찢어지지 않은 初期에 가루의 集塊를 될수록 粉破 分散시킨다. 油類는 後期에 添加한다. 一般的으로 벤버리는 굳은 카아본량이 많은 트레드配合용으로 開發된 것이기 때문에 무른 고무配合에는 適當하지 않다는 것을 알자.

d) 逆도 참인 것

低카아본량의 무른 고무配合이나 스코오치하기 쉬운 CR인 境遇에는 逆練法(up-side down)이 意外로 分散이 좋다.

e) 츄추는램에 注意할 것.

덴싱램은 分散이 滿足하게 이루어지고 있다는 무엇 보다는 證據이다. 現場에서 作業員이 콧노래를 부르며 일하고 있는 때와 같은 것이다. 特히 사이클의 끝에 이르러서는 자갈하며 빠른 上下運動이 必要하고 쿵덩쿵덩하던가 泰山과 같이 움직이지 않게 되면 좋지 않다.

f) 時間은 秒單位의 스톱워치를 使用 할 것.

附屬 타이머의 핸들 調整으로는 落第라는 것을 銘心하라. 3分 사이클인 境遇 5秒間의 差로 偏差가 發生한다. 正確한 스톱워치로 秒單位로 作業한다.

g) 담프(dump) 溫度의 設定

폴 리 머	限界上限溫度(°C)
CR	110
NR, IR	140
BR, SBR	160
IIR, EPT	180

폴리머블랜드인 境遇에는 多量 폴리머成份에 따른다.

h) 끝마무리이김(under banbury roll)에 처한 것.

促進劑나 黃을 섞어넣는 最終의 끝마무리이김이다. 俗稱 끝이김인데 벤버리사이클과 同時化 作業이기 때문에 흔히 簡單히 생각들 한다. 高溫 狀態이며 로울러에 처하여 過重量배취를 시키면서 短時間에 處理하여 最後에 잘라내어 배취오프머신에 실어보내는 作業은 大端한 重勞動이다. 그러나 分散이라는 側面에서 생각하면 벤버리의 缺點을 로울러에서 改善하지 않으면 안되는 精練을 하는 곳이다. 쉽게 말하면 벤버리는 거친이김을 하고 오픈로울러는 끝마무리이김을 하는 것인 셈이다.

마스터벳취인 境遇에는 冷却, 熟成後 로울러 끝마

무리로 완전 混合되기 때문에 알지 못하는 사이에 分散問題는 解決되고 있다. 그러나 스트레이트로 自工場에서 工程에 흐르는 境遇에는 안더벤버리로올러의 處理만으로는 未完成이다. 一定 期間 冷却시켜 熟成한 다음 硬化한 것을 再次 精練할 必要가 있다. 그래도 벤버리로 混練한 境遇에는 完全 分散이 어렵다. 極言하면 벤버리混練이란 多少의 分散을 犧牲시켜가면서 高能率化를 하는 수 밖에 없는 것이다. 따라서 多少의 物性 低下나 偏差를 覺悟하고 良質 配合으로의 修正 乃至는 單純化 配合으로의 移行이 조용히 實施되고 있다. 오픈로울러式 配合을 그대로 벤버리로 混練하여 같은 分散 效果를 求하는 것은 나무에 올라 고기를 求하는 것과 같은 野心일 것이다.

안더벤버리로올러는 마스터벳취용과 플콤파운드용의 2 台를 設置하는 것이 原則이다. 그리고 요즘에는 自動 칼질피맥입용의 스톱블렌더 併用이 많아졌는데 冷却 促進, 偏差 防止용으로 아주 좋다.

i) 酸化亞鉛, 黃의 分散이 나쁜 것

少量 重要 藥品이기 때문에 分散 不良은 致命的이다. 比重이 크기 때문에 언뜻 보기에는 섞여들어가지가 쉬우나 分散은 어렵다. 表10과 같이 高溫 高速일 수록 分散 不良이 되기 쉽다.

低溫(期)添加이던가 마무리로올러 添加이던가 마스터벳취法이 바람직스럽다.

表 10 SBR에 對한 ZnO의 分散度(B型) 벤버리

재킷 溫度(°C)	담프溫 度(°C)	混合時 間(分)	回轉速度 (rpm)	消費電力 (W/hr)	相對的分散等級
50	92.5	3	69	398	1
65	100.0	3	69	380	2
80	107.5	3	69	379	3
50	80.5	4	35	286	3
50	92.5	3	69	398	1
50	105.0	2	137	532	2

j) 기름은 分散의 敵인 것

液狀인 채로는 潤滑劑의 作用으로 混練은 容易하나 分散은 그만큼 나빠진다. 챔버내의 스프레이式 噴射法이 理想的이다. 될수록 조금씩 또는 끝머리에 가서 한꺼번에 投入한다.

벤버리 附屬의 미터類는 카아본의 飛散 附着이나

振動따위로 故障率이 意外로 많다. 타이머를 믿지 말고 스톱워치로 하라고 한 것도 그 理由이다. 定期 點檢이나 不良品 交換을 嚴格히 하는 것이 品質管理以前의 急先務이다. 무우니값을 測定한다던가 큐라스 토미터로 加黃度 管理를 하는 것은 死後 藥方文에 지나지 않는다. 더욱 重要한 基礎가 所重하다.

代表的 밴버리믹서의 品質管理法를 둘만 紹介한다.

a) BIT(Black Incorporation Time)法

밴버리에 카이본을 投入한 뒤에 토오크의 第2 피이크가 나타날 때까지의 時間이 적을 수록 밴버리는 有効하게 作動하고 있다. 다만 補強성이 적은 充填劑가 많은 境遇에는 第2 피이크가 나타나지 않는 境遇가 있으므로 注意하라.

b) BPI(Banbury Processability Index)法

고무 配合의 밴버리 作業性 指數이다. 試驗用 B型을 使用하여 155回轉(r. p. m.) 2分後의 무우니값을 測定하여

80以上인 境遇는 大型 밴버리로는 作業性 困難

80以下인 境遇는 大型 밴버리로도 作業性 容易라고 判定을 내린다.

밴버리의 品質管理에 對해서는 歐美에서도 腐心하고 있는가 보아 많은 文獻이 있으나 一例만을 參考로 附記한다.

그림19는 品質管理 實施로 밴버리 不良率 範圍(UCL)가 5.3%에서 4.2%, 1.8%로 減少한 實績을 나타낸다.

그림20은 不良率 追跡 經過를 나타낸 것으로 意外로운 일로는 밴버리作業 그것의 不良보다도 混練後의 冷却 不充分에 따른 stacking temp(벡취시이트싸 재기에 따른 溫度 上昇)나 自動 타이머의 故障이 나타나 있다.

끝으로 밴버리 混練 前後의 配合 秤量이나 一般作業 偏差와의 關係를 그림21에 나타낸다.

UCL(偏差許容上限)로 比較하면,

一般的으로

秤量 偏差	5%
一般加工 偏差	4%
混練 偏差	8%

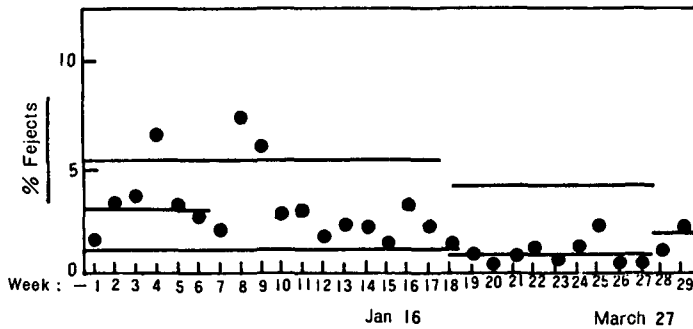


그림19 밴버리 不良率 減少實績 (週單位) I.R.I Symposium Quality Control in the Rubber Industry. Maclaren & Sons. London 1967.

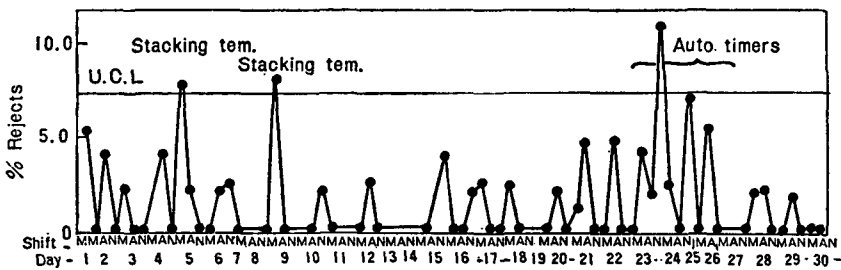


그림20 밴버리 不良率 追跡經過 [日-3시프트 (M朝 A午 N夜)]

出典은 그림19과 같음.

로 밴버리作業을 中心으로 하는 混練作業이 얼마나 偏差가 많고 品質管理가 어려운 가를 알아야 한다. 一般加工 偏差에서 表에 3S/T란 Stacking Temp에 따른 UCL를 버서난 것이 3회나 이터난 것을 뜻한다. 結論으로는 工程檢査에 依한 品質管理 實施로 秤

量이나 一般加工의 偏差 防止에는 成功하였으나 混練法에 對한 偏差 防止에는 그리 效果를 올리지 못한 結果가 나왔다.

### 5. 맺는 말

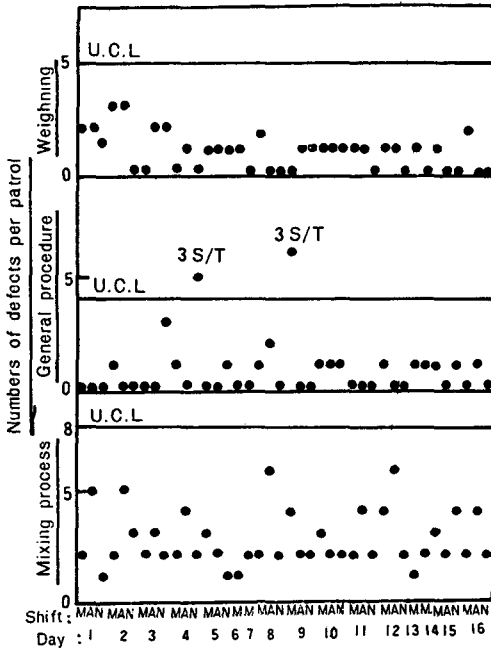


그림 21 밴버리 作業, 前後의 品質偏差工程檢査法 (in-Process) 出典은 그림 19 그림 20과 같음.

보이지 않는 密閉型 混練機 使用法을 보이는 것 같이 알기 쉽게 講義 補充하는데 매우 긴 이야기가 되어 버렸다. 時代와 함께 눈부신 技術의 改良 進歩를 볼 수 있는 밴버리를 비롯한 인터널믹서도 本質的인 素練이나 混練을 結果적으로 보았을 때 原始的이라고 말하고 있는 오픈로울러인 境遇以上の 結果를 아무래도 얻을 수 없다. 다분히 機械 그것에 아직 缺點이 남아 있는지 아니면 우리들 技術者가 使用하는 方法이 아직 不充分한지를 나는 모르겠다. 하여간에 같은 正月에 먹는 참쌀떡이 요즈음의 能率本位의 回轉式인 機械 방아로 만든 떡이 古風의 떡메로 친 떡에 比較하여 끈거나 씹힐 맛이 나 구웠을 때 부푸러 오름이 적어진 것이 不可思議하기만 하다. 나의 고무巨人 슬로우모션說을 들추어 낼 것까지도 없으나 時間이나 품을 아껴서 서둘러 일을 그릇친다고 判斷할 수 밖에 없다. 그러므로 여러분 工場에서 쉬고 있을 오픈로울러를 좀더 活用하여 밴버리와 共同作業을 徹底하게 하는 것이 急先務이다. 多幸히 世界的으로 低成長 무우드이다. 混練도 低스피드로 가야 할 것이다. 資源을 所重히 不良을 적게 튼튼하고 壽命이 긴 고무製品을 確實하게 만드십시오. (本講 끝)