

應用 고무 加工技術 12講 (VII)

金子秀男 著
李德杓 譯

第 7 講 칼렌더作業

1. 칼렌더 이야기 (總論 대신에)

내 講義도 드디어 中盤, 고무장이의 역량이 나타내 보일 수 있는 칼렌더工程에 겨우 到達하였다. 고무製品的 견보기나 두께 그리고 商品 價値나 生産 能率을 決定하는 重要한 工程이며 技術的으로 보아도 複雜한 데다 微妙한 裝置作業이다. 歐美 고무業界에서도 「칼렌더技術만은 理論대로는 되지 않는다—곧 料學이 아니다」라고 하는 다음과 같은 말이 通用되고 있다.

Calendering is an art, not a science.

Calendering is not an exact science.

事實 歐美의 工場에서 一流 calender man 쯤 되면 工場長보다도 높은 給料을 받고 있는 實例를 나는 알고 있다. 내 自身 고무塗布 工場에서 8년쯤 칼렌더技術과 格闘하였지만 그 複雜·微妙스러움에 感歎하였을 뿐이며 老칼렌더맨의 熟練과 六感의 날카로움에는 完全히 敬歎하였다. 요컨대 옛 3本型 칼렌더는 지금의 逆工 4本型과는 달라 不完全하고 機械마다 一種의 버릇이 있어서 이것을 돌려보고 돌려보면서 훌륭하게 다루는 곳에 要領이 있었던 것 같다. 그러면 最新式 리모우트크트틀(遠距離操縱)이 되는 4本型 逆工型을 使用하면 반드시 結果가 좋은가 하면 製品에 따라서는 舊式 3本型 칼렌더에 당하지 못하는 경우도 있다. 이것은 俗되게 말하는 「機械 特性 差異」에 따른 것으로 고무의 配合는 勿論이고 全般的 技術, 특히 고무의 物性을 充分히 熟知하지 않고는 칼렌더를 훌륭하게 다룰 수 없다고 이야기 하여도 過言이 아니다. 뿐만 아니라 機械裝置가 오픈로울러따위의 訴請 해비듀티(heavy duty)型的 거친 것과는 달라서 千分の 몇 인치(mil單位)를 問題로 삼는 精密性이 要求되는데 反해 덩치는 大型이기 때문에 이미 單純한 잔재주의 技術이 아닌 것

이다.

다음에 이야기 할 것이 칼렌더作業의 多樣性인데 다음 그림 1을 보아 주시오. 요즘 고무장이들이 비닐장이의 어마어마하게 大型인 32in×96in의 最新型 칼렌더에 壓倒되어 고무技術의 칼렌더作業을 自嘲하는 사람이 있는데 그것은 터무니 없는 어리석음이고 고무用 칼렌더技術의 깊이와 넓이는 플라스틱과 비할 바가 아니다. 왜냐하면 PVC의 칼렌더 作業이란 單能的인 토핑이나 시이팅 程度여서 速度와 大型사이즈로 原料 樹脂의 消費 競爭을 하는 以外の 아무것도 아닌 現狀이기 때문이다.

고무장이의 칼렌더는 틀림없이 PVC의 그것에 比하면 現存의 時點에서는 機械的으로도 設備的으로도 여러모로 불품이 없다는 것은 否定 못한다. 그러나 거기에는 고무技術面에서 본 고무장이의 집안 事情이 있다. 다시 말하면 고무에서는 單能的으로 쓰지를 못한다. 고무 特有的 複雜한 加工性이 따라다녀서 털어 버릴 수가 없는 것이다. 使用되는 풀러머나 配合劑의 複雜性도 PVC의 單純 配合의 類가 아니다. 뿐만 아니라 作業 目的도 大別하여

- 1) 테일링(tailing)
- 2) 시이팅(sheeting)
- 3) 푸로우필링(profileing)
- 4) 프릭쇼닝(frictioning)
- 5) 토핑, 코오팅(topping, coating)
- 6) 더블링(doubling)

과 같아 多目的 機械이다. 그리고 日本의 고무工場에서는 옛날부터 中古品 또는 太古品 機械를 所重히 다루는 美風(?)이 傳承되고, 뿐만 아니라 이것을 훌륭히 다루는 것이 한사람 몫의 칼렌더맨의 資格(?)이라고 여겨지고 있다. 따라서 옛날부터 칼렌더는 運働所關, 좋은 칼렌더를 만난 工場은 多幸이나 異常한 칼렌더를 만

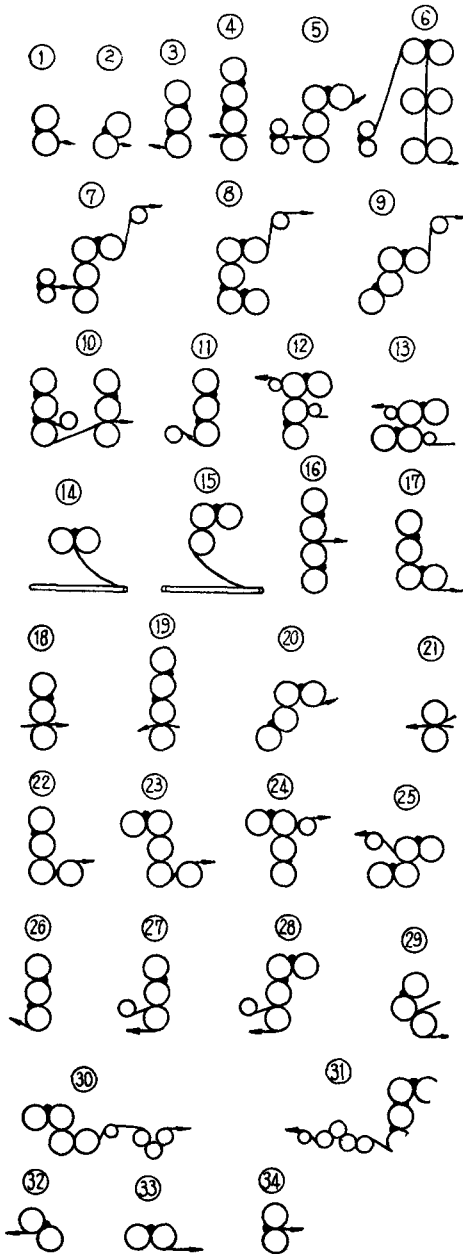


그림 1 칼렌더 標準作業(美國고무界)

表 1 用途別 칼렌더作業 名稱

(Machinery & Equipment for Rubber & Plastics, Vol. 1, p.120) 作業番號는 그림 1 標準作業에 따른다.

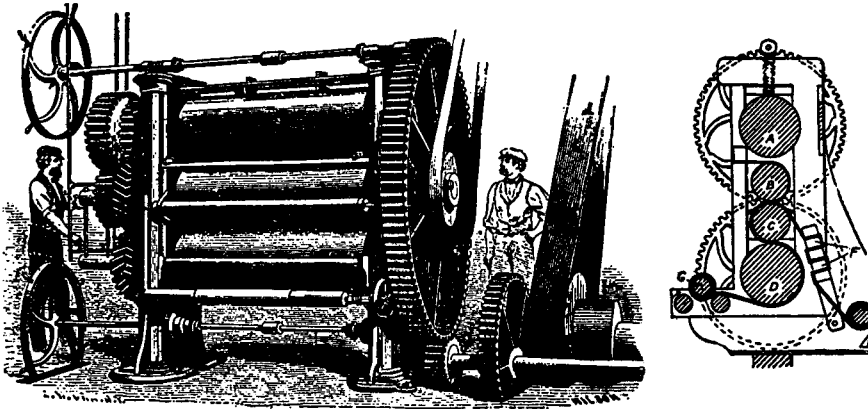
用 途 別 名 稱	
[선 발]	
① 초벌떼기	2 本垂直
② 창떼기	2 本傾斜
③ 몸통(올타리)떼기	3 本垂直
④ 몸통떼기	4 本垂直 코오팅
⑤ 창	2 本垂直, 逆L 4 本
⑥ 창	2 本垂直, 水平 2 本 3 對
⑦ 창, 몸통떼기, 冷却組	2 本垂直, 逆L 4 本, 冷却 1 本
⑧ 몸통떼기, 冷却	5 本 L 型, 冷却 1 本
⑨ 몸통떼기, 冷却	캐멀백型 4 本, 冷却 1 本
[타 이 어]	
⑩ 코오드兩面토폽	3 本垂直 1 對組合
⑪ 片面토폽	3 本垂直
⑫ 겹치기(더블코오팅)	逆L 4 本, 壓着 2 本
⑬ 同上	Z 型 4 本, 壓着 2 本
⑭ 겹스트립	2 本水平
⑮ 同上	逆L 3 本
⑯ 同上	4 本垂直
⑰ 트레드떼기	逆L 4 本
[工 業 用 品]	
⑱ 토폽, 其他	3 本垂直
⑲ 토폽	4 本垂直
⑳ 매트	캐멀백 4 本
㉑ 벨트메이킹	2 本垂直
[실고무·고무시이트]	
㉒ 고무시이트(1枚)	3 本垂直, 冷却 1 本
㉓ 同上	逆L 4 本, 冷却 1 本
㉔ 고무시이트(더블링)	逆L 4 本, 冷却 1 本
㉕ 同上	Z 型 4 本, 冷却 1 本
[고 무 醫 療 品]	
㉖ 一般用시이트	3 本垂直
㉗ 테잎	3 本垂直, 送入 1 本
[플라스틱 필름]	
㉘ 필름, 시이트	Z 型 4 本, 冷却 4 本
㉙ 同上	逆L 4 本, 冷却 5 本
[床 材]	
㉚ 리노롬고무	2 本傾斜
㉛ 리노롬	2 本水平
㉜ 아스팔트타일	2 本垂直

注: 1) 이것은 美國의 作業例이기 때문에 日本의 그것과 다른 點이 있다.
 2) 28~29는 省略하였다.
 3) 若于重複도 있으나 이밖에 많은 作業例도 있다.

나게 되면 一生의 不察이라고 斷念하였던 것이다. 事實나도 곧잘 轉賣되는 꼬리표가 달린 칼렌더를 보고 듣지만 人間 世上과도 비슷한 流浪 身勢에나는 機械以上の 情感을 느낀다.

1.1. 世界 最初의 고무用 칼렌더

칼렌더技術 이야기로 나가지 않으면 안되는데 內容上 꽤 複雜 多岐에 걸쳐 여러분을 괴롭힐 것을 미리 容怒 빌어 둔다. 그래 그 贖罪로 그리고 칼렌더에 조금이라도 親和感을 품어 주기를 비는 마음에서 내 서투른 講義 進行上 世界 最初의 고무用 칼렌더 이야기를 하는 것이 促進劑 구실을 할 줄 안다.



One of the Original Calenders Used in the United States—Similar to the Chaffee "Monster" of 1836.

그림 2. 샤피이의 怪物 칼렌더(1836年)와 그 橫斷面 略圖(下の 凸凹은 一種의 텐더裝置)

오늘에 와서는 맘모스칼렌더라고 하여도 아무도 놀라지 않으나 지금부터 130년이나 옛날인 1836년이라고 하니가 고무의 加黃이 發明되는 3年 以前에 美國 보스톤市外의 록스벨리 고무工場에서 當時로는 생각지도 못할 巨大한 칼렌더가 생겨났다. 그림 2와 같은 外畵的으로나 原理的으로 오늘날의 칼렌더와 거의 다르지 않고 치수가 12~18in×72in의 4本型으로 重量이 30噸이고 當時의 돈으로 4萬美弗을 投資하였다고 한다. 세상 사람들이 이것을 맘모스(巨象)라고도 몬스터(怪物)라고도 하며 혀를 내들었다. 이것을 考案한 이가 샤피이(E.M.Chaffee)라고 하는 에나멜가죽 工場의 工員出身의 고무에는 전혀 門外漢이었으나 機械에는 天才가 있어 1832년에 스프렛터를 1835년에는 믹싱로울러 그리고 그 다음 해에는 칼렌더를 숨쉬게 없이 發明한 美國 初期의 고무界 功勞者이다. 샤피이도 그렇고 굳이 어도 그렇고 고무 技術上에서의 큰 業績이 모두 다 옮겨 敎育을 받지도 못한 장인들이 착실한 일의 執念의 所産이라는 것을 銘心하여야겠다.

하여튼 이 칼렌더의 使用 目的인데 當時의 고무製品으로 고무의 最大 用途의 하나였던 고무입힘(rubber-coating) 防水布는 고무原料를 테르펜油에 녹여서 楻에 문질러 바르고 기름을 증발시킨 物品에 지나지 않았다. 이 테르펜油가 고무보다 값이 비쌌던 것이 두뚝거리어서 어떻게든 테르펜油를 쓰지 않고 고무만을 楻에 壓着하려고 하여 苦心한 結果로 考案된 것이 이 칼렌더이다. 그래서 그의 考案으로 이루어진 프리베어링머신(現在의 믹싱로울러)과 코오팅머신(現在의 칼렌더)이 登場 되었던 것이다.

그 効果는 눈부신 것으로 1週間に 36종의 테르펜油를 節約하고 同時に 귀찮았던 고무풀을 만드는 工數도

除去되어 社運이 날로 隆盛하여서 會社 創立後 겨우 5年間に 資本金도 40萬美弗로 처음의 13倍로 膨脹하여 當時 美國 1位의 生産高를 자랑하는 고무工場으로 올라섰다. 實로 怪物 칼렌더의 威力 그것이였다.

그런데 運命은 같은 록스벨리의 사람인 굳이어에게 加黃의 發明을 안겨 주었다. 그래서 加黃을 알지 못하는 고무工場은 그 存在 意義를 잃었고 그 華麗하게 빛을 발하던 怪物 칼렌더가 競賣에 부쳐졌을 때 (1843年)에는 단돈 525美弗이라고 하는 쓰레기 古鐵 값으로 두들겨 잡혔다. 그러나 그 方面에는 老練하였던 굳이어는 칼렌더의 有用性을 놓치지 않고 44년에는 自己의 노가다인 디어러버 會社의 新說 設備의 하나로 復敢시켰다. 그래 本格的 加黃고무 防水布用 칼렌더로서 1875년까지 40年以上 繼續 作動하였던 것이 굳이어가 英國에 건너 갔을 때 그 곳 모울튼고무會社를 爲하여 製作한 鐵公爵(Iron Duke)이라는 칼렌더도 이 怪物 칼렌더를 모델로 한 것으로써 이것이 유럽에서의 칼렌더 第 1號이다.

그리고 칼렌더(Calender)라는 名稱인데 語源으로 말하면 英語의 cylinder에 相當하는 佛語 calandre에서 轉用되어 鐵製 円筒 로울러로 천이나 종이에 潤氣를 입히는 機械를 指稱하는 것이었는데 고무에 應用되고서도 그 이름이 그대로 옮겨졌다.

混同하기 쉬운 달력인 칼렌다(Calender)의 語源은 라틴語 calendarium(會計帳簿)에서 轉用된 日曆이다.

1.2. 칼렌더의 變遷

샤피이의 코오팅머신(칼렌더)은 別格으로 치고, 現在와 같은 고무加工用인 칼렌더의 本格的 製品은 1854年

Farrel Foundry & Machine Co. (현재의 Farrel-Birmingham Co. 의 前身)가 굳이어의 發注로 3帶를 만든 때로부터 始作된다.

그렇다 하지만 고무防水布와 고무靴 以外엔 다른 고무製品이 없었던 19世紀에는 內容적으로는 사피이의 天才 以上の 技術의 改良을 볼수 없었는데, 20世紀에 들어서며 自動車타이어工業이 急速히 發展하는 것과 함께 칼렌더作業의 近代化가 始作되었다. 바로 타이어코 오드를 상하지 않고 兩面에 고르게 고무를 토핑加工하는 것은

- 1) 타이어 壽命을 길게 한다.
- 2) 무게 배란스를 지킨다.
- 3) 走行 發熱의 局部 上昇을 防止
- 4) 均一性 維持와 原材料 浪費 防止
- 5) 生産性 向上

이라고 하는 意味에서 高精度이고 高性能의 칼렌더作業이 要求되기에 이르렀다. 고무工業便覽(p. 507)의 引用이지만 精度不良의 칼렌더가 얼마나 不經濟의인가를 타이어의 境遇를 例로 들어 말하리다. 보기를 들면 천의 나비가 54in인 타이어코오드布에 토핑을 시키는 境遇.

仕樣書보다도 겨우 +0.001in(0.0025mm)게이지가 두꺼워졌다고 하자. 칼렌더 速度 50yd/min, 고무配合物의 比重 1.15, 配合原價 ¥180/kg라고 假定하면

1 分間마다의 損失	¥325
1 日 1 交代 6 時間 稼動인 때	¥118,000
1 個月 25 日 操業일 때	¥2,950,000
1 年 300 日 操業일 때	¥35,000,000

겨우 0.0025mm의 두께 誤差가 놀랍게도 1年이면 3,500萬엔 即 最新型 大型 칼렌더 1帶分의 값만큼의 扶異가 생기던 것이다. 칼렌더맨에게 工場長보다도 높은 給料을 支拂하더라도 거스름돈이 생길 것이다.

勿論 타이어 以外의 신발, 防水布, 벨트, 工業用品, 및 其他 製品에서도 칼렌더作業의 重要性이 漸次로 認識되어 從來의 汎用 칼렌더에서 專門 칼렌더의 單能化로 移行하여 가고 있다. 이것에 拍車를 건 것이 플라 스틱用 칼렌더의 進出인데 앞에서 本意 아니게 험담스러운 말을 하였으나 特히 PVC用 칼렌더의 進出은 오랫동안의 惡夢에서 눈 뜬 것이 고무用 칼렌더이다. 그 技術的 進歩의 例를 들어 보면,

- 1) 逆工 및 Z型 4가닥 칼렌더
- 2) 軸 交叉(roll axis crossing) 크라운補正
- 3) 零클리어런스(zero clearance), 테이퍼롤러베어링(tapered roller bearing)
- 4) 유니버설조인트(universal joint)

- 5) 게이지 두께 自動 調整
- 6) 맘모스화(32in×92in)
- 7) 逆 휨(counter bending) 크라운補正
- 8) 드릴롤(drilled roll)
- 9) 變速裝置(例를 들면 레오나드型)
- 10) 強制 循環 給油裝置

와 같이 最近 10年間의 飛躍은 實로 驚異的이며 고무 장이로서는 精神을 바짝 차리고 猛熱히 工夫할 必要가 있다.

1.3. 칼렌더作業의 포인트(要領)

앞에서 칼렌더의 標準作業 34種을 紹介하였으나 勿論 이들 全部에 걸쳐서 이야기 할만큼의 經驗도 實力도 갖추지 못했다. 그러므로 걱정 말고 함께 研究하여 주시오. 까다로운 구조의 칼렌더를 說明하는 代身에 基本的인 2가닥 로울러에서 始作하여 3가닥, 逆L 4가닥 칼렌더에 對하여 着實히 講義하겠다. 내 「應用」加工技術로 假令 5가닥 틀이던 8가닥 틀의 칼렌더에 마주치더라도 괜찮다고 할 수 있는 要領만을 알고 있는 대로 傳授하여 드리리다. 實際의 고무工場에서 使用되고 있는 칼렌더는 專門에도 따르지만 大概 1種類나 2種類로 넉넉히 充足될 것이다.

모든 것을 한꺼번에 알려고 욕심을 내면 도리어 하나도 터득하지 못한다.

a. 칼렌더先生에게서 배우는 것 大概 칼렌더라고 하는 機械는 大型이어서 처음으로 對하는 作業員은 울려다 보아야 하는 덩치(裝置)에 간담이 서늘해 진다. 그런데 每日 이것을 다루고 있는 사이에 그 大型이 次次로 작게 보이게 된다. 勿論 이렇게 되기 爲해서는 칼렌더에 미쳐서 몇해를 格鬪하지 않으면 이런 心境에 이르지 못할지도 모른다. 溫度가 어떻고 크라운이 어떻고 回轉이 어떻다는 등 職業上 내 서투른 講義를 듣게 될지도 모르지만 제일 훌륭한 先生은 당신 눈 앞에 있는 「칼렌더先生」이시다. 앞에서 말한 내가 尊敬하는 老칼렌더맨은 매일 아침 作業 始作에 앞서 칼렌더에게 最敬禮를 하고 終業後에는 自己가 率先하여 清掃을 게으르지 않았다. 하여튼 내게 속은 셈치고 「큰 칼렌더가 작게 보인다」의 心境이 될 때까지 칼렌더와 씨름해 주시오. 왜냐하면 칼렌더作業의 複雜 微妙한 技術은 理致대로만 通하지 않으며 칼렌더의 理論研究는 이제 着手한 時點이라고 말하여도 過言이 아니기 때문이다.

b. 2가닥로울러의 研究(復習)에서 부터 몇가닥 틀의 칼렌더일지라도 根本은 2가닥로울러의 組合에 지

나지 않다. 結局은 普通의 오프로올러 위에서 고무混合物이 어떤 擧動을 하느냐 하는 것이 基礎이다. 이것만을 充分히 터득한다면 두께라던가 表面 完成 따위는 칼렌더라는 精密機械가 훌륭히 하여준다. 問題는 바람이 들었다던가 V마크가 생긴다던가 두께가 고르지 않는 境遇에 機械를 잡지 않고 바로 應急 對策을 세울 수 있는지—이것이 칼렌더맨의 資格이다.

여러분은 2가닥로올러의 素練이나 混練의 다음과 같은 現象을 알고 있을 줄 안다.

- 1) 고무는 溫度가 높을 수록 加壓시이트로 되기 쉽다. 다만 溫度가 낮아지면 復元한다.
- 2) 素練이 많이 된 고무일 수록 加壓되기 쉽고 復元度도 적다. 高溫로올러일 수록 매끈한 살갓의 시이트를 뽑아낼 수 있다.
- 3) 롤 밴크가 작을 때 밴크는 回轉하면서 롤의 兩 끝으로 移行한다. 이때 空氣나 異物도 함께 옮겨 감으로 除去하기 쉽다.
- 4) 고무는 原則적으로 溫度가 높은 回轉이 빠른 롤에 빨리 들기 쉽다(달라 붙으려고 한다).
- 5) 고무시이트를 시이팅 하였을 때 양가(귀둥이部分)가 急冷하여 收縮이甚하고 凹凸이甚해진다.
- 6) 시이팅 方向에 따라 所謂 칼렌더列理(calender grain)가 생긴다.
- 7) 고무량이 많은 配合일 수록 熱傳導率이 나쁘고 表面 收縮이甚하며 매끈한 表面 살갓을 얻기 어렵다.
- 8) 앞 롤과 뒷 롤의 回轉比가 큰 境遇일 수록 매끈한 살갓의 고무시이트를 빼기 어렵다.
- 9) 고무두께가 두꺼울 수록 空氣 除去가 어렵다.
- 10) 시이팅하는데는 一定한 可塑性과 롤 溫度가 必要하다.
- 11) 一定한 可塑性에는 새 混練物과 되돌림 生地의 一定 比率의 블렌드가 必要하다.
- 12) 一定한 롤 溫度란 로올러 加熱과 고무混練物의 壓縮熱 및 摩擦熱의 總合熱에서 시이팅으로 빼앗겨 버리는 熱을 빼낸 것이다.
- 13) 롤 溫度는 반드시 고무混練物의 溫度와 一致하지 않는다. 고무의 두께나 速度에 바뀐다.
- 14) 롤의 數를 늘릴 수록 매끈하게 나오나 바람이 든다든가 스코오치의 機會가 그 만큼 늘다.
- 15) 鐵製 롤도 고무와 마찬가지로 低温에서는 딱딱하고 弱하며 高温에서는 무르게 變化한다.
- 16) 고무를 물리면 롤은 變曲한다.

以上 잘 알고 있는 平凡한 現象論에 지나지 않으나 困難한 作業으로 여겨지고 있는 칼렌더의 基礎 技術로

서 머리 속에 充分히 담아주기 바란다.

내가 1925年頃 처음 고무신工場에서 일을 하였을 때에는 勿論 칼렌더와 같은 便利한 機械따위는 없었고 普通의 믹싱용 로올러로 몸통生地를 훌륭히 시이팅 하였었다. 勿論 連續적으로 시이트를 뽑아내는 것이 아니고 1m쯤식 잘라 내어 한장한장 천 사이에 넣어 가는 方法으로 「잘라내기作業」이라고 불렀던 것이다. 勿論 熟入로올러라고 하는 사치한 附屬도 없었다. 기어에 있어도 더블벨리컬이란 듣지도 못하였다. 크라운 따위도 勿論 있지도 않았다. 그러면서도 훌륭하게 바람도 들지 않고 1mm程度의 고무두께의 시이트를 단번에 뽑아내었다. 내 先生格인 工員氏의 秘法은 混練 程度와 前後롤의 溫度差쯤의 것으로, 回轉差를 利用하여 고무면을 부셔서 바람 빼기를 돕고 溫度差로 回轉差에 따른 고무면의 살갓 거치름을 解消시키는 手法에 지나지 않았지만 막상 自身이 하면 쏠려 되지를 않았다. 어떻게 그런 건방진 일을 배우기에 앞서 롤에 감겨 붙어있는 고무에서 되도록 面積이 작은 圓이나 四角 또는 표주박모양을 작업칼로 재빠르게 잘라내는 技藝를 배우라고 訓練을 받았다. 이것은 시이트 中心部의 두께를 減하는 手段으로 重要한 作業이었는데 요즈음 이것을 할 수 있는 工員氏가 적어 졌다.

신발 製造用 시이팅에는 울타리고무나 몸통고무 이외에 테이프, 코등고무, 반달고무, 중창고무, 中芯고무 등의 자질구레한 部分이 있는데 이를 14in 2가닥 로올러 1帶만으로 그려져서 일을 치렀다.

더욱 놀란 일은 2가닥 로올러 앞에 양철로 만든 원통형 롤(오늘 날 말로 아랫치롤)을 붙여 천의 코오팅과 같은 技藝조차도 해낸 것이다. 요즈음 이같은 名人 技藝가 있는 技術者가 자취를 감추어 고무 加工技術을 爲해서는 至極히 尠乏하다.

技術革新의 오늘날에 40년이나 지난 옛날의 2가닥 로올러의 칼렌더 代用 作業 談議 따위를 하여 未安하나 요즈음 理論은 通達하였으나 칼렌더 앞에 세우면 발을 움추려 버리는 技術者가 있다던가, 잘 되지 않으면 무엇이든 配合이나 機械에 탓을 돌리는 칼렌더 技術者가 있는 것 같다. 나는 고무 加工技術에 칼렌더와 같이 몸으로 부딪히는 以外에는 修業의 길이 없는 「호된 訓練」의 場所가 있는 것을 衷心으로 기쁘게 생각한다.

c. 機械에 強해 질 것 話題를 바꿈시다. 벤버리믹서와 함께 고무工場의 革命兒는 뭉니뭉니하여도 칼렌더의 mammoth화 and 附屬設備의 近代化이다. 따라서 오늘의 칼렌더맨은 고무技術者임과 同時に 메카니스트(機械技術者) 일 것이 強要되고 있다. 그래서 다음 講義부터 機

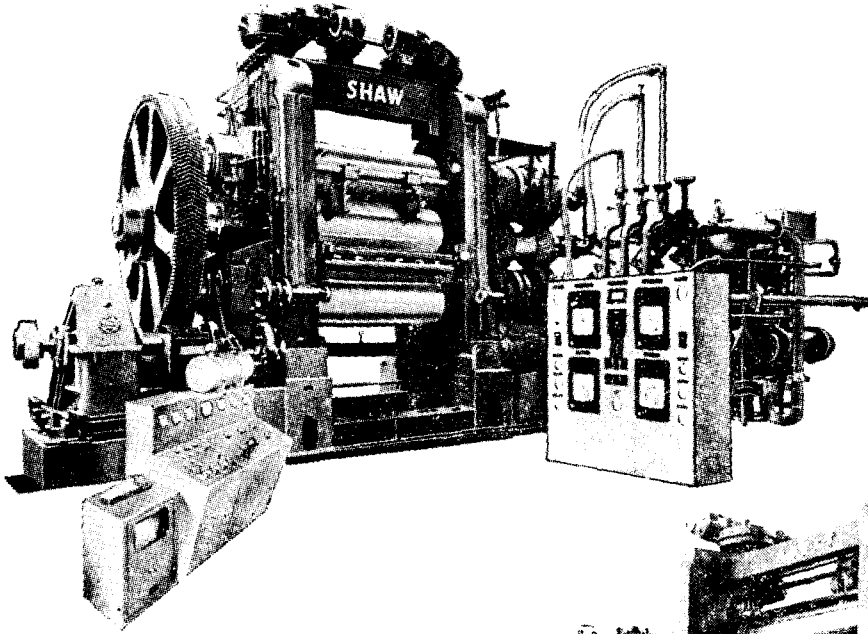


그림 3. 3本 垂直汎用 칼렌더와
附屬設備 (英 Francis Shaw 社製)

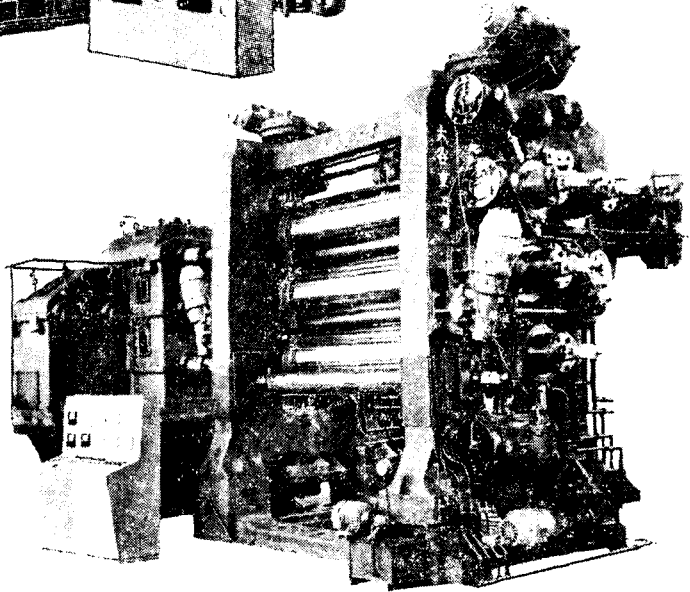


그림 4. 逆L型 4本 칼렌더 (24in × 72in, 大谷重工製)

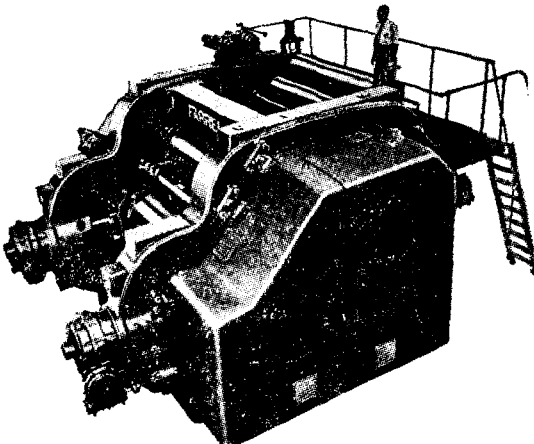


그림 5. 水平Z型 4本 칼렌더
(美 · Farrel-Birmingham 社)

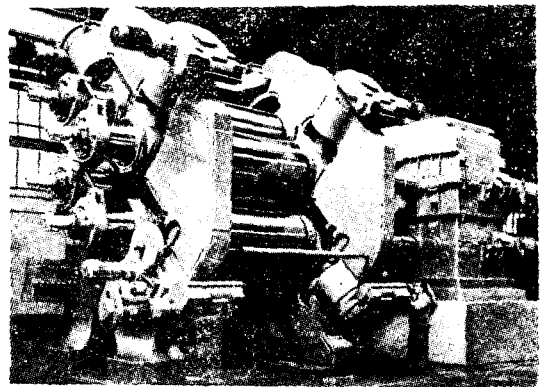


그림 6. 傾斜Z型 4本 칼렌더
(36in × 62in, 獨 · Berstorff 社)

械나 물 構造에 對한 내 아마추어 講義를 始作한다.
 強力하게 激勵하는 뜻에서 斷然 最新型 칼렌더의 모
 습을 紹介한다. (그림 3 ~ 그림 7) 그 巨大함과 複雜함

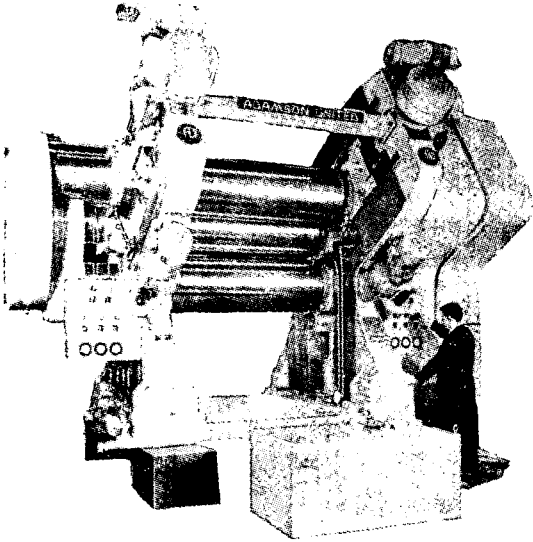


그림 7. 3本 逆三角形型 傾斜칼렌더
 (美·Adamson United社)

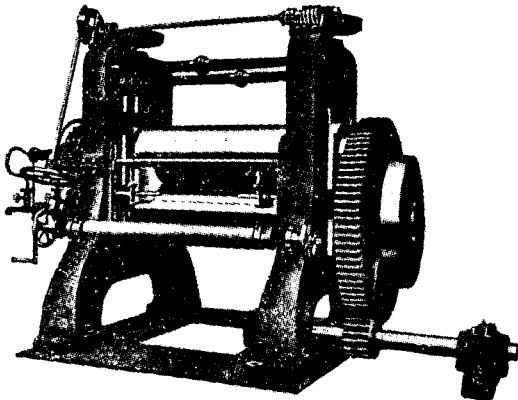
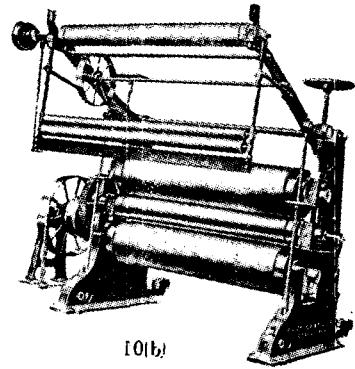
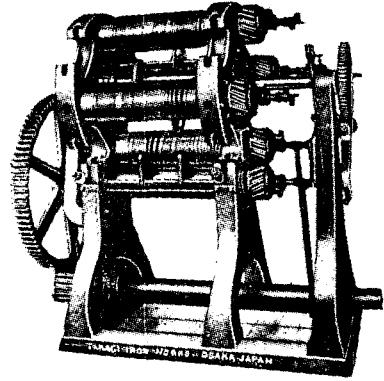


그림 8. 2本 垂直칼렌더

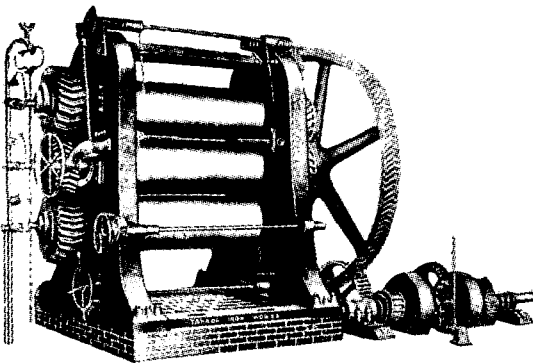
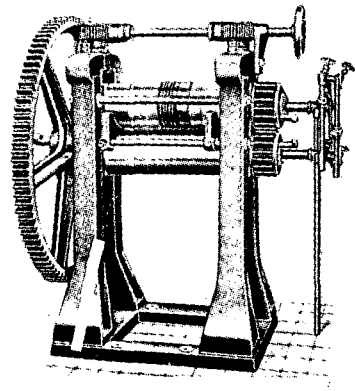


그림 9. 3本 垂直칼렌더

그림 10. 特殊고무用 칼렌더
 (창배기用 및 배이애칼렌더)

에 恐怖心을 품을지도 모르겠다. 또 그것은 플라스틱 用이지 고무用이 아니라고 아는게 할지도 모르겠다. 그러나 가까운 將來에 이같은 칼렌더로 고무技術의 勝負를 決定할 때가 반드시 올 것이라는 장담을 하리다. 내가 입버릇처럼 억지를 부리지만 百年前의 남은 고무 機械로 無事泰平을 누리는 고무技術界도 이와 같은 디렉스한 칼렌더를 常用하지 않는다면 샤피이나 굳이어 先輩에게 면목이 없을 것이다.

d. 研究는 舊式 칼렌더로 부터 (그림 8~그림10)아는척하고 앞질러 가는 것은 어쨌든 現實은 諸君들이 있는 많은 工場에 있는 다음과 같은 참말로 單純 그대로이고 말할 수 없이 氣分이 상쾌한 일인가! 先禮이나 舊式의 칼렌더作業이 先決 問題이다. 요즈음에는 研究에서도 現場에서도 그리고 寫眞機에서도 妙하게 精妙한 自動裝置가 달려 있는 機械가 아니면 업신여기는 風潮가 있지만 實은 fool-proof라고 하여 바보 相對이다. 精妙라고 하는 어수선한 眩惑이 없는 그것 그대로의 原則的 機械—舊式 칼렌더로 作業을 工夫하는 것이 基礎이고 또 첩경이다. 그리고 이것은 老婆心이나 믹싱로울러는 實驗室의인 小型으로도 相關 없으나 칼렌더만큼은 現場 칼렌더가 아니면 絶對로 안된다. 나도 研究室의인 칼렌더(그림11)로 苦心하였지만 이처럼 다루기 힘든 機械를 맞난 일이 없다. 溫度調整이나 크라운의 問題 以外에 小型이면서도 다다다다 附屬이 지나치게 많이 붙어 있고 또 小型이기 때문에 업신여기다 機械에 손을 댈힐 危險도 많다. 그래서인지 어떤지는 모르지만 나는 여러 研究室에서 많은 小型 칼렌더를 보았는데 한번도 on operation(作業中)인 것을 본 例가 없다. 또하나 이를 뒷받침하는 것으로 것처럼 作業研究를 하고 있는 合成고무社의 팜프렛을 읽어도 칼렌더作業에 關한 데이터를 發見하기가 어렵다. 이른바 「구경거리」乃至「모델用」이라고 말씀드리면 메이커로부터 야단을 맞을지도 모르겠다. 그래서 적어도 내 칼렌더 作業의 講義는 徹底하게 現場 相對이지 研究室 相對가 아닌 것은 틀림 없다. 그리고 舊型 本位이다. 이것만 다 될 수 있으면 最新型 맘모스즈 問題가 되지 않는다. 私 流의 魔法로 작게 보이게 되며 自動이라던가 遠隔操作으로 fool-proof스럽게 해치울 것이다. 問題는 舊式 칼렌더의 工夫이다.

2. 칼렌더의 機構

前章에서 내가 고무의 칼렌더作業은 科學이 아니고 藝術의 一種인 것을 첫머리에 言及하였다. 요즈음의 칼렌더를 標榜함에 precision(精密)을 일부러 붙이고 있

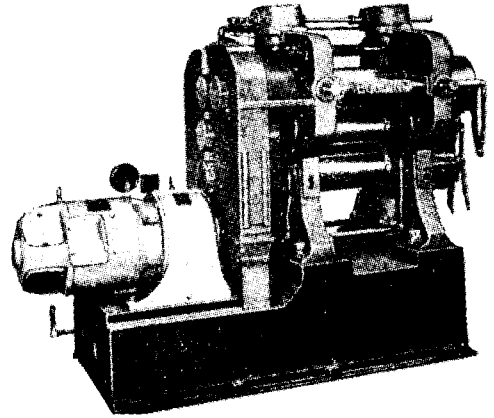


그림11. 研究用 칼렌더
(4本逆L, 8 in × 16 in, 美·Bolling社)

다. 機械에 그리 強하지 못한 化學科 出身의 고무技術者가 精密칼렌더와 格鬪하며 運轉하지 않으면 안되는 곳에 칼렌더 藝術論의 悲劇(喜劇일지도 모른다)가 생겼다.

자 그러면 칼렌더의 熟人 以前의 機械 談義를 始作하기로 하십시오. 이것만을 머리 속에 넣어 둔다면 칼렌더는 勿論이고 다른 고무 加工用 機械에도 自信이 붙는다는 것을 保證한다. 特히 精密칼렌더의 機械構造를 無視하고서 配合이 어떻다는 등 溫度가 어떻는 등 論하여도 헛수고를 할 뿐이다. 따라서 좋은 機會임으로 틀이나 기어 따위의 基礎로 부터 研究하기로 하자. 다 알고 있는 것 같은 基礎 事項을 竟외로 人間이란 알지 못하는 것이란 眞理를 알아준다면 多幸이 겠다.

칼렌더의 構造는 다음 部品들의 작물림(組合)이다.

- 1) 롤(자루, bowl이라고도 한다)
- 2) 驅動기어
- 3) 베어링(bearing box)
- 4) 프레임(frame)
- 5) 모우터(電動機, 減速機)
- 6) 附屬設備

한말로 칼렌더라고 하여도 고무工業에서 使用되고 있는 機種, 사이즈는 表 2~3 및 그림12에서 볼 수 있는 것 과 같이 多岐하고 範圍闊하다. 따라서 내 講義는 代表的인 3가닥(本) 세로(縱)형 및 逆L 4가닥형에 焦點을 맞추고 그 밖에 것은 덤정도로 줄이지 않을 수 없다. 그렇지만 應用問題로서 쉽게 追跡 解決할 수 있는 實力이 붙는 講義가 되도록 努力할 셈이다. 그런 뜻에서 틀關係는 基礎를 特히 詳細하게 이야기 하리다.

表 3. 日本産 칼렌더의 標準規格 (사이즈)

롤 치수 (in)	生産速度 (yd/min)	製品最大幅 (ft.in)	모우터馬力(HP)
8 × 22	試 驗 用		10
10 × 28	5 ~ 18	2'	20 ~ 30
12 × 30	6 ~ 18	2'6"	25 ~ 40
14 × 42	6 ~ 18	3"	30 ~ 50
16 × 48	7 ~ 21	3'6"	50 ~ 75
18 × 54	8 ~ 24	4'	75 ~ 100
22 × 66	14 ~ 42	4'6"	100 ~ 150
24 × 72	24 ~ 72	5'	150 ~ 200
28 × 88(66)	28 ~ 80	6'	200 ~ 250
30 × 92(72)	30 ~ 100	6'	250 ~ 300
32 × 100	32 ~ 130	6'6"	350 ~ 400
36 × 120	36 ~ 150	7'	450 ~ 500
40 × 130	40 ~ 200	8'	550 ~ 600

注 1) 치수 중 괄호속의 숫자는 표준사이즈이다.

- 2) 所要마력수는 칼렌더의 롤 가닥수, 用途, 速度, 모우터의 特性, 其他로 變化한다. 大體的인 눈어림이다.
- 3) 最近, 輕型(플라스틱用), 重型(고무用)의 區別이 이루어진다. 前者는 高温・高速이며 얇은 것을, 後者는 低温・低速이며 두꺼운 物件을 壓내는 것을 本分으로 한다.

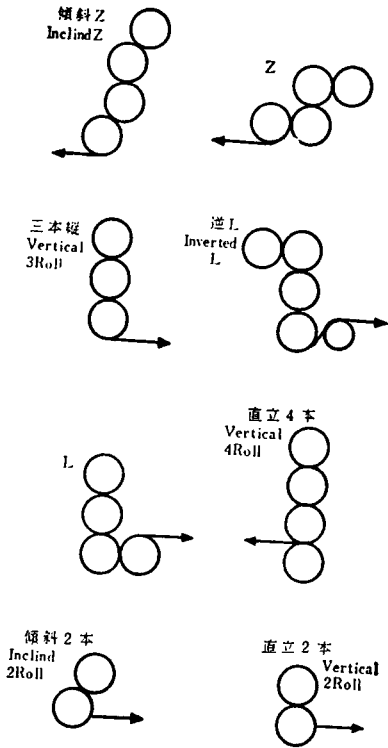


그림 12. 칼렌더의 標準型 (타입)

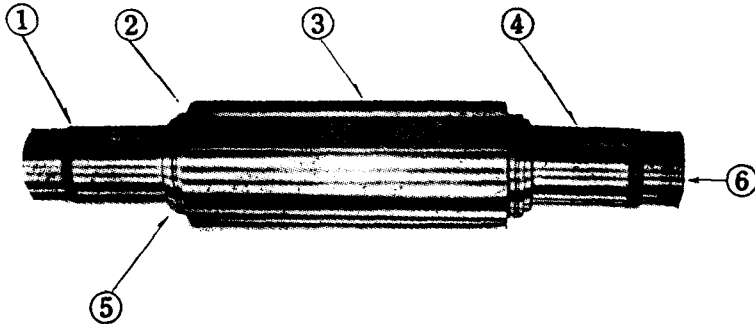
表 2 業種別 最低 칼렌더 設置 基準 (舊 日本고무統制會)

치 수(in)	모우터馬力	業 種 別
6×16	10	신발 테이프 및 창베기
7×12	10	자전거타이어의 트레드 칼렌더
10×16	10	자동차타이어의 재생트레드
12×36	20	編造호오스, 工業用테이프類, 고무塗布칼렌더
14×42	35	자전거타이어, 布卷 호모스, 布靴, 총고무靴, 水産用塗布, 硬質 및 軟質블・其他
16×48	35	一般用 고무塗布, 潛水服
18×54	50	리커타이어, 平고무벨트, V고무벨트, 실고무
20×60	75	自動車타이어

2.1. 本體

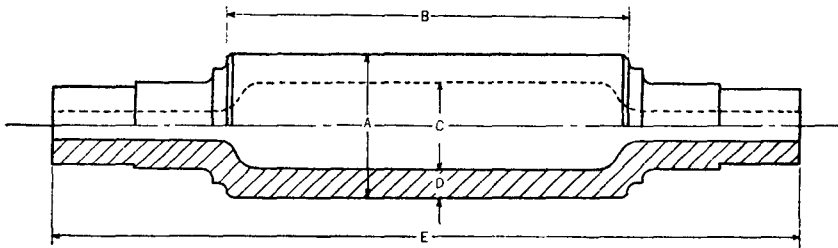
무엇이라 하여도 칼렌더의 生命은 틀이다. 그 機能과 精密度에 依해서 비로서 고무製品의 表面 完成의 結果인 平滑美麗性和 規定 두께와 나비의 치수를 결정 있게 된다. 따라서 같은 롤일지라도 믹싱용 로울러와는 하늘과 땅의 差異이다.

그림 13~14는 칼렌더用 롤과 그 製作上的 規格例이다. 若于 專門으로 치우치는 感이 있으나 믹싱로울



① 硬度 34°Hs 기름흔 ② 硬度 35°Hs, 기름흔, 그라인더研摩 ③ 硬度 73°Hs, 크리어 칠 15mm, 使用칠 20~25, 수퍼피니쉬, 細度 4.55, 크라운 3/1000° ④ 硬度 34°Hs, 그라인더研摩, 粗度 3, SR部도 特殊, 그라인더로 끝손질하였으며,稼動中 베어링關係의 損傷도 全無하며 順調로운 運轉이 可能 ⑤⑥(30×72in 칼렌더) 몸통부 및 메탈부 內面은 熱傳專의 均一을 目的으로 하여 속파기 加工을 하여서 몸통부의 두께도 均一하며水壓試驗 35kg/mm²

그림13 칼렌더用 롤의 一例 (日本롤(株) 캐드릭에서)



一例	A (in)	B (in)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
	16	48	228	86	2737
	18	54	279	64	2955
	22	60	391	82	3149
	28	84	502	105	4699

그림14 칼렌더用 롤의 치수(日本롤(株) 캐드릭에서)

러용 롤과 다음과 같은 점이 틀리다는 것을 알아주기 바란다.

- 1) 「롤나비/지름」이 約 3 (믹싱용은 2~2.5)
- 2) 表面 硬度 쇼아 73~78° (믹싱용은 65~68°)
- 3) 크라운이 되었다. (믹싱용에는 없다.)
- 4) 저어널(물가다의 목부분, 頸部)이 깊다. (믹싱용은 얇다)
- 5) 内部 研摩 加工(믹싱용은 普通 거친대로 加工 않는다)

注: 表面 硬度 쇼아(Hs)라 하나 이것은 고무용 쇼아型 硬度計와는 全혀 다르다. 鋼球 先端에 다이아몬드가 붙은 것을 一定한 높이에서 鐵 表面에 落下시켜 反撥하여 튀겨 올라오는 높이의 比率로 硬度를 나

타낸다. 即 表面 硬度가 큰 鐵일 수록 튀겨 올르는 높이가 크게 나타난다. 고무의 反撥彈性率을 測定하는 境遇와 恰以하나 實質的으로는 全혀 다르다.

2.1.1 롤나비(面長)/지름(徑)

미터法 實施로 인치는 使用할 수 없게 되어 있으나 고무장이, 특히 나와 같은 옛날 技術者는 mm單位는 아무래도 선듯 머리에 들어오지 않는다. 롤의 치수는 온지름(直徑)으로 表現하는 慣習이 되어 있어 롤나비는 2.5~3倍하면 된다. 따라서 in지름과 mm지름의 關係만을 參考로 表4에 整理해 놓았으므로 이것으로 너그럽게 容赦해 주시오.

表 4 代表的인 롤 지름 換算表

8in	10	14	16	18	20	22	24	26	28	32
200mm	254	355	405	460	510	560	610	660	710	815

다음이 롤나비와 지름의 比率인데 有効幅의 關係로 롤나비를 되도록 크게 잡고 싶은 것이 人情이지만 너무 가늘고 긴 롤은 機械的 強度도 떨어지고 무엇보다도 困難한 것은 고무를 먹었을 때의 롤의 彎曲이 커져서 두께가 칠락팔락하는 것이다. 또 高速度 回轉을 하였을 때에 브레이크가 甚해지기 쉽고 溫度의 均一도 어려워진다.

따라서 옛부터 고무장이의 經驗으로 롤나비와 지름의 比率에 對해서는 다음과 같은 關係가 成立한 것 같다.

- 1) 12in以下는 強度의 으로 無理가 걸리므로 2.5배.
- 2) 14~20in는 無理가 걸리지 않으므로 3.0배.
- 3) 22~24in는 重量의 으로 若干 無理가 걸리므로 2.7배.
- 4) 26in以上은 重量 過大에 따른 無理가 걸리므로 2.5배

그러나 우리나라의 境遇에는 無理한 것을 알면서도 倍數를 規定보다 크게 잡는 傾向이 많다. 特히 PVC 用은 고무보다 無理가 걸리지 않는다는 理由로 過大해지는 傾向이 顯著하다.

2.1.2 롤 強度와 硬度

一般的으로 鐵製 롤이라고 하면 諸君은 堅固하고 튼튼하기를 그 以上の 것이 없을 것이라고 생각하고 있는지 모르겠으나 意外로 弱하고 휘어지기 쉽다는 事實을 잊지 말아주기 바란다. 特히 롤과 같은 鑄鐵 (cast iron)은 鑄鋼과 달라서 굳기도 무르고 引張強度도 훨씬 弱하다. 다만 伸張만은 좋아 흔히 말하면 끈기가 있어 鑄鋼과 같이 툄 부서지는 일은 적다. 이 特徵 하나로 롤로서의 鑄鐵製가 위세를 떨친다. 特히 急冷法 (chilling)에 表面 硬化 技術의 發達에 依한 所謂 칠드롤의 採用으로 오늘의 칼렌더롤의 進歩를 보게 하였다.

옛날 이야기지만 내가 처음으로 고무로울러를 만난 1920年 前半頃에는 칠드가 아닌 즈구롤(語源不明)이었다. 쇠칼을 使用하면 롤 表面에 상처가 생기기 때문에 대(竹)나 빨로 만든 칼로 고무를 잘랐던 것이다. 그 後 씨미칠드롤이라 불렀던 오늘날의 普通칠드 1號, 쇼아硬度 60~65°의 것이 나왔을 때에는 그 굳기에 獰々 늘었다.

表 5 칠드롤의 分類

種 類	쇼아硬度	用 途
普通칠드 1號	60~65	素練
2號	65~68	믹싱(混練)
3號	68~72	칼렌더

오늘날에는 롤이라고 하면 칠드롤이 常識이지만 嚴密하게는 表5와 같이 3種類로 分類된다.

그러면 칠드롤의 構造인데 새것일 때에는 대단히 굳고 흠(상처)도 거의 나기 어려우나 낡아져서 表面을 研摩한다던가 크라운 調整을 反復하는 사이에 갑자기 물러지고 상처(흠)가 나기 쉬워진 經驗을 가진 분이 많

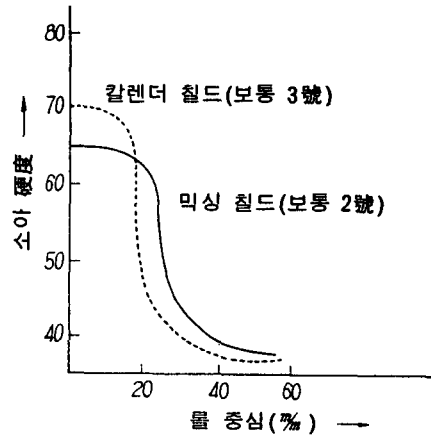


그림 15. 롤지름 24in의 硬度勾配 (日本롤(株) 캐드릭에서)

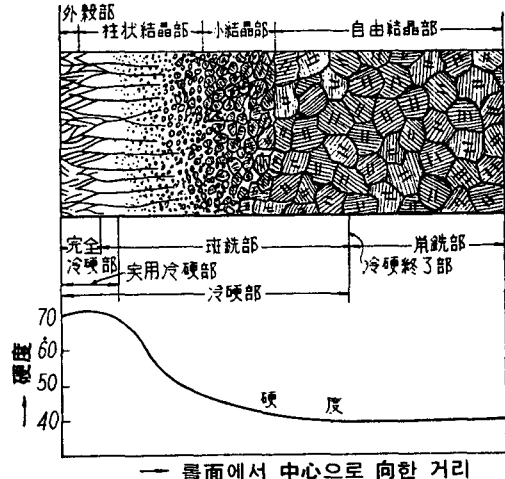


그림 16. 칠드롤의 結晶構造와 硬度勾配 (小出 고무工業)

을 줄 안다. 이것은 칠드들의 構造의 欠點때문으로 急冷으로 硬化한 것은 거의 表面部分만이고 內部에 이르면 本質의 鑄物의 欠點이 그대로 들어나 있다. 뿐만 아니라 칠드部分(專用語로 實用冷硬部)은 硬度가 큰 것일 수록 옳다는 심술긋음이 있다. (그림15~16). 칠드部分의 깊이는 롤 지름에 따라서 1/2~3/4in(12~19mm)쯤이 適當하다. 우리나라에서는 고무技術者는 宿命的으로 中古나 太古의 칼렌더를 使用해내야 하는 任務가 많으나 칠드롤만큼은 부디 操心하시오.

롤 부러짐은 저어널과 롤나비와의 急히 가늘어지는 목部分에서 일어나기 쉬우나 이것도 急冷時에 일어나는 變形의 殘存이 그 部分에 發生하기 쉽기 때문이라고 여겨진다. 硬度Hs가 롤부의 73°에서 저어널부의 34°로 急變하는 點에 注目한다면 부러지기 쉬운 理由를 아실 것이다.

2.1.3 크라운

칼렌더에서 技術적으로 제일 어려운 것은 이 問題이다. 롤 사이에 굳은 고무를 먹이기 爲해서 롤이 彎曲하는 것은 앞에서 말하였지만 그 때문의 롤 間隙이 不均一하여 진다. 이것을 補正하는 뜻으로 롤 自體를 처음부터 凸型으로 또는 凹型으로 만든다. (그림17) 이것을 롤크라운이라고 한다. 그렇다고는 하나 이것은 3~8mil 單位(1mil은 1/1000in)의 微小變形이므로 肉眼的으로는 거의 알 수 없고 스스로 測定할 方法도 없다. 메이커의 說을 盲目的으로 信用하여 주는 格이 된다. 또한 롤의 휨(벤딩 bending)이란 매우 複雜하여 다음 因子에 支配된다.

- 1) 시이팅고무인 配合, 可塑度(굳을 수록 大)
- 2) 所用 두께(두꺼울 수록 大)
- 3) 롤溫度(高溫일 수록 大)
- 4) 回轉速度(高速일 수록 大)
- 5) 롤 치수(大型일 수록 大)

따라서 모든 配合이나 製品에 適合한 크라운을 넣는 것은 不可能하다. 보통은 大略 2~3種쯤의 製品

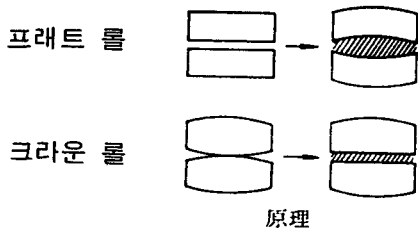


그림17. 크라운의 原理

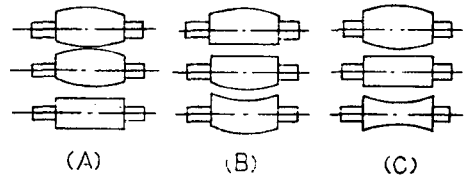


그림18. 롤 크라운의 例

目的에만 正確하게 시이팅할 수 있는 平均 크라운으로 適當히 어울어울 넘기는 程度이다. 칼렌더에 關한 限萬能型이 市場에 없고 여러가지 型이나 치수가 많은 것도 事實을 말하면 이 크라운의 어려움이 招來하는 所行이다. 크라운을 英語로 crown 即 王冠에서 轉化하여 中高 아아치形을 가리키는데 글자 그대로 고무技術者에게도 荆棘의 冠이다. 특히 플라스틱의 境遇와 달라 고무인 境遇는 彈性때문에 양가보다도 한가운데의 壓延後의 粘彈性 回復이 많아 지는 特性이 있는 것을 보아넘겨서는 안된다.

크라운의 說明에 그림18이 잘 引用된다. 勿論 알기 쉽게 롤크라운을 誇張하여 表現하고 있다.

- (A) 위와 가운데 롤에 凸型 크라운을 넣은 것으로서 크라운의 程度는 上) 中. 아랫 롤은 프래트(크라운 제로)
- (B) A에 混練고무配合物을 먹었을 境遇가 B의 狀態가 된다. 即, 위와 가운데 롤 사이에 結果가 좋아지나 가운데와 아래 롤 사이에 欠點이 생긴다. (아랫 롤이 가운데 롤의 크라운에 눌려 凹型으로 된다.)
- (C) 이것을 改良한 것. 即 윗 롤이 凸크라운, 가운데가 프래트이고 아래가 凹크라운이다.

勿論 上記한 것은 上·中 사이에 고무를 먹인 境遇이고 3가닥 칼렌더의 使用方法에 따라서는 中·下 사이에 고무를 먹여 上·中에서 시이팅해 내는 境遇에는 크라운關係는 反對가 된다. 다음이 逆L型 4가닥 칼렌더인 境遇인데 普通 No.1과 No.2와 No.4 롤에 凸크라운을 주고 있다. Z型 칼렌더인 境遇에는 No.1과 No.4에 준다. 勿論 크라운은 롤 中心部에서의 온지름(直徑)의 增減으로 指示하며 +는 凸크라운, -는 凹크라운을 나타낸다.

그러면 얼마만한 값의 크라운이 普通 주어지는가인데 3가닥型에서 토핑을 하는 境遇의 윗 롤에서는

18×50in	L/D	2.8	+4~5mil
18×54	"	3.0	+4.5~5
22×60	"	2.75	+7~8
22×66	"	3.0	+8~10

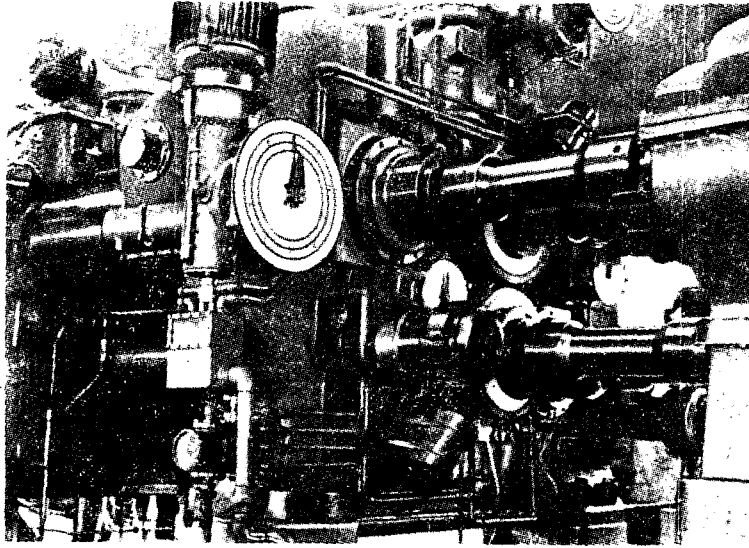


그림20. 롤軸交叉方式 칼렌더와 유니버설 커플링(日本물(株))

또한 日本고무工業技術員會 設定(1952)의 標準型 22~60in 칼렌더인 境遇는

윗 롤	+6mil
가운데 롤	+0
아랫 롤	-3mil

注:플라스틱 特히 PVC用 칼렌더에 對한 高澤茂治 氏의 發表(日本ゴム協會誌, 34, No.6, 422)에 따르면

필름 (0.1mm)	+4mil
시이트(0.5mm)	+1mil

이 經驗上 適當하다고 되어 있다.

2.1.4 롤크로싱(roll crossing)

롤軸交叉方式이라고도 한다. 롤크라운의 代用이다. 即,原理는 2가닥 롤의 中心을 連結하는 線을 軸으로 하여 어느 한 쪽 롤을 조금만 回轉시킨다. 中央에서 떨어

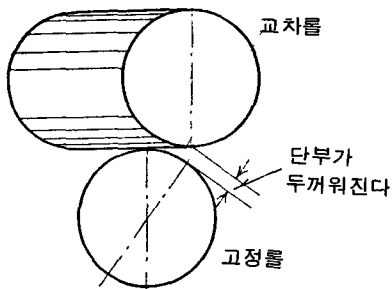


그림19. 롤軸交叉方式의 原理

어지는데 따라서 端部の 롤間隙이 增加하고 두꺼워진다. (그림19). 即,凸型 크라운과 같은 結果를 나타낸다. 이 境遇 여러분이 눈치챌 줄 압니다만 칼렌더롤의 軸을 그렇게 簡單하게 어긋나게 할 수 있을까? 勿論 軸 메달박스를 移動시키지 않으면 안되는데 이 軸에는 기어가 連結되어 있다. 이 기어를 어떻게 하여줄 것인가를 마음속 깊이 새겨주기 바란다. 講義란 「그렇고 그래서」式으로 謹聽하던 것만이 能事가 아니다. 이야기의 盲點을 그때그때 짚러주기 바란다. 거기까지에 이르지 않으면 결코 技術에 強해지지 못한다.

롤軸交叉方式에서 제일 苦心한 것이 實은 이 回轉하는 롤軸에 어떻게 動力을 傳達할 것인가의 問題를 解決하는 것이었다. 別個의 기어스탠드로 부터 유니버설 커플링(自在接수가 붙은 驅動軸)으로 모든 롤을 獨立的으로 驅動시키는 방식이 發明되었다. (그림20). 그러나 이것의 元祖는 西獨의 ECK社로 기어에 볼조인트를 使用한 것이며, 그것을 고무用(現在의 지릿대式)으로 改良한 것이다.

롤軸交叉法으로 어느 程度의 크라운을 줄 수 있는가를 表 6에 表示한다.

普通의 逆L型에서는 No.3 롤을 移動하나 이 境遇에는 交叉롤의 左右 軸메달박스에 붙여진 쇄기를 서로 슬라이드시켜 그 角度를 擴大 指示하는 裝置가 附屬되어 있다. 24×68in 칼렌더로 10mil의 크라운인 境遇 軸移動은 約 1/2in이다.

롤크라운이 固定式인데 비해 롤軸交叉法은 調整式으로 되어 있는 것이 特徵이다. 그러나 欠點으로는 中央

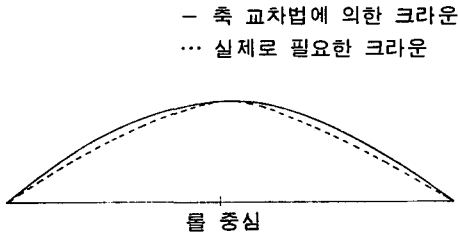


그림21. 軸 交叉크라운

表 6 롤면의 中心으로부터의 距離에서의 칼렌더롤의 荷重變形(벤딩)및 較交叉法으로 얻어지는 크라운

롤 中心으로 부터의 距離 (in)	荷重變形 (밀)	標準크라운 (밀)	0°56'8" · 角度 · 軸交叉크라운 (밀)
0	0	0	0
6	0.110	0.100	0.100
12	0.432	0.400	0.400
18	0.955	0.890	0.876
24	1.656	1.600	1.600
30	2.500	2.500	2.500
34	3.208	3.210	3.211

注:윗 表의 크라운은 반지름에 對한 數值(보통은 지름에 對한 數值으로 나타낸다) 밀 = 1/1000in

및 양가의 두께는 잘 調整이 되지만 全幅의 양가에서 1/3쯤인 곳이 너무 없어지는 傾向이 있다. 따라서 實際로는 롤에 若干의 固定 크라운을 준 것을 軸交叉로 다시 調整하는 式의 併用方式이 實行되고 있다.

2.1.5 롤벤딩 (roll bending)

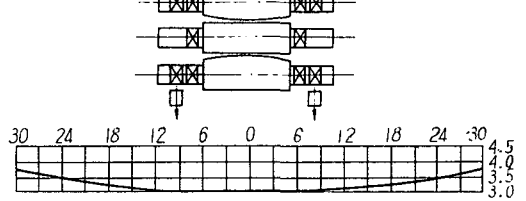
逆뒤틀 방식의 譯語를 카운터벤딩(counter bending)이라고도 한다. 위에서 글자 그대로 롤사이에서 壓延될 때에 생기는 彎曲(휨)에 對해 逆으로 作用하는 것 같은 彎曲을 롤에 附與하는 方式이다. 그림22는 그 原理를 나타낸 것이다.

主베어링의 側쪽에 또 한개의 補助 베어링(메탈박스)을 달고 U字 갈고리를 通하여 油壓으로 荷重을 加한다. 主베어링이 支點이 되어 윗쪽(上方)에 壓力을 加하면 롤이 아랫쪽(下方)으로 彎曲하고 아랫쪽으로 壓力을 加하면 롤이 윗쪽과 反對方向으로 벤딩한다(휨). 그러나 그 効果는 겨우 1~2밀 程度에 지나지 않지만 特徵으로서는

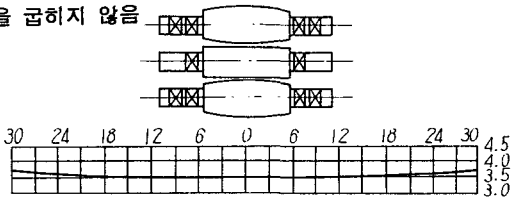
- 1) 크라운을 + 및 -로 調節할 수 있다.

상단: 하방최대굽힘

하단: 상방최대굽힘



롤을 굽히지 않음



상단: 상방 25% 굽힘

하단: 하방 최대굽힘

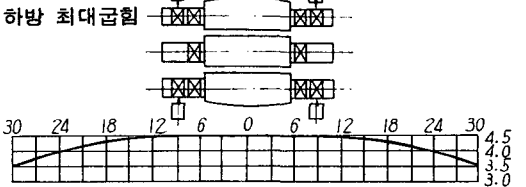


그림22. 롤 벤딩方式의 原理

- 2) 軸交叉인 때보다 싸게 친다. (普通 칼렌더에 對한 軸交叉方式의 引上價格 50%에 對하여 15~20%)
- 3) 別個의 기어스텐드나 유니버설조인트를 必要로 하지 않는다.

2.2 롤 加熱方法

칼렌더롤은 溫度 規制가 極히 重要하다. 지름 24in의 칼렌더롤에서 溫度差가 5°C인 境遇가 0.025mm(1 밀)의 크라운差에 該當한다.

普通 쇠두께 100~130mm의 中空롤(bored roll)은 아무리 속을 파내고 研磨를 하더라도 5~8°C의 表面溫度 散布 變化는 防止할 수 없는 것으로 되어 있다. 特別히 양가(兩端)部는 메탈박스 및 프레임을 傳導하여 放熱되기 때문에 中心部보다 훨씬 低溫이다. 이것은 롤 溫度가 높은 境遇일 수록 L/D의 比率이 클수록 溫度差가 커진다. 이같은 때에는 양가部位에 赤外線과 같은 補助 加熱(裝置)을 必要로 한다. 그리고 一般 鑄造 롤의 通性이긴 하나, 眞圓으로 完成하였다고 하더라도 加熱을 反復하는 사이에 鑄造 變形의 回復에 依하여 조금이지만 뒤틀림을 일으키는 수가 있다.

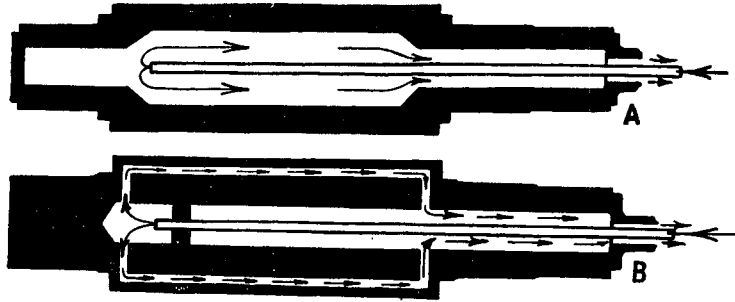


그림 23. 中空롤 (A) 과 穿孔롤 (B)

以上과 같은 溫度變化를 되도록 없애고 一定한 칼렌더作業을 얻을 目的으로 考案된 것이 穿孔롤(드릴드롤, drilled roll)이다. 딱딱한(굳은) 칠드름의 바로 밑에, 表面에서 50~60mm 떨어져서, 지름 25mm의 多數의 구멍을 同心円狀으로 뚫어 이곳에 熱氣나 熱水를 고르게 循環시켜준다. 中空式인 從來의 bored roll에 比하여 熱源과의 距離가 1/2以下여서 傳導率도 훨씬 좋으며 溫度差도 3°C 以內가 된다. 유감스러우나 國產品으로는 이같은 것이 아직 없고 機械값도 中空롤의 2倍 以上이다. 칼렌더인 境遇(逆L) 最終 製品形成을 決定하는 N 0.3와 Na4의 2 가닥 물만은 이 穿孔式 드릴드롤로 하는 것이 바람직스럽다.

2.3 기 어

칼렌더에는 減速機를 비롯하여 多數의 기어가 使用되고 있다. 그런데 귀찮은 일은 기어마아크라고 하는 一種의 주름紋樣이 칼렌더로 뽑혀 나온 시이트 위에 그대로 나타나는 것이다. 卽 回轉이 斷續하기 때문에 가로로 줄무늬가 생긴다. 따라서 믹싱로울러에 사용되는 스트레이트권으로 된 슈퍼기어(平型)와는 틀려서 모두 더블헬리컬리어(山型)가 採用되고 있다. 이 點에서 前述한 유니버설클러링식은 理想的이라고 할 수 있다. 振動 防止나 熱傳導가 적어지는 特徵도 있다. TAKAZAWA(高澤)氏의 報告에서 그 利點을 다시 引用하여 強調하여 보면,

- 1) 各 기어(기어스탠드)는 칼렌더물에서 隔離되어 固定된 軸을 中心으로 円滑한 回轉을 하므로, 振動에 따른 製品 두께의 變動이나 기어마아크가 생길 念慮가 없다.
- 2) 롤 베어링에 기어 相互間의 잇물림 切線力이 걸리지 않는다. 따라서 베어링의 負擔과 摩耗가 적고 使用 壽命이 길어진다.
- 3) 롤 및 프레임의 熱이 기어에 傳해지지 않기 때문에 潤滑油 加熱의 걱정이 없으며, 롤 膨脹에 따

른 影響도 적다.

4) 기어박스 속의 潤滑은 傳來方式에 比해 훨씬 쉽게 되었고 또한 經濟的이며 全然 먼지를 탈 걱정 도 없다.

5) 롤과 軸상자 따위의 解體가 훨씬 簡單하여 지고 時間的으로도 대단히 短縮된다.

또 기어의 種類와 特性에 對해서는 小出武城著 ゴム工業(共立全書, 共立出版刊, 1955.)의 p.96에 자세하게 적혀 있으므로 읽어 주시오.

2.4 軸받힘(bearing box)

고무 工場에서는 메탈이라고 俗稱하고 있는데 이는 高鉛靑銅 슬리브메탈(sleeve metal)式이라고 하는 것이 正式 呼稱이다. 砲金製의 円筒型 부시 또는 割型 세그먼트를 鑄鐵 또는 鑄鋼製 筒속에 담은 롤박스(正確하게는 베어링박스)이다. 特히 注意하여야 할 것은 이 砲金이라고 이름하는 靑銅인데 이것에는 最上級인 것부터 最下級인 것까지 있어 粗惡品은 금방 摩滅한다. 上部에서는 注油가 메탈 表面의 기름홈(油溝)을 타고 롤軸의 回轉을 円滑하게 하는 믹싱롤의 플레인 베어링 方式의 軸받힘은 칼렌더인 境遇에는 쓰지 못한다.

卽, 巨大한 壓力을 받고 高溫度로 高速度 回轉하며 뿐만 아니라 1/1000in 자리수의 精度를 要求 當하므로 軸 받힘의 使命은 참말로 重大하다. 最近의 것은 더블테이퍼-롤베어링方式(double taper roll bearing system)이라던가 풀백方式(pull back system)이 採用되어 가고 있다.

普通 베어링이라고 하면 우리들은 롤 베어링을 聯想하지만 고무로울러와 같은 高壓下에서 比較的 低速인 境遇는 使用에 건디어 내지 못한다. 그래서 생각되는 것이 롤베어링인데 熱膨脹의 差와 그 밖의 困難때문에 最後로 登場한 것이 테이퍼를 준 롤 베어링(그림 24)인 데 特히 칼렌더용으로 設計된 것이다.

다음은 풀백(pull back)方式인데 主軸받힘의 바깥

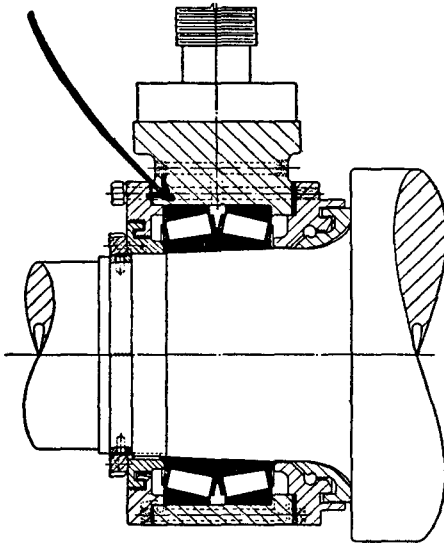


Diagram shows how calender rolls are mounted on Timken bearings to insure uniform plastic film and rubber sheeting gage.

그림24. 더블테이퍼롤베어링 (Timken, 美)

쪽에 比較的 작은 補助 軸반힘을 만들어서 이것에 강한 스프링 또는 油壓실린더로 充分한 힘을 作用시켜서 롤을 普通의 負荷狀態로 安定시키는 方法인데 一名 지로 클리어런스(zero-clearance)라고도 부르고 있다. 이 방식은 前述한 롤벤딩의 亞流이며 잡아다림(引張, pull)에 對한 反動(back)으로 多少의 凸크라운을 생기게 하여 主軸반힘의 높이(흔들림)가 解消된다고 解釋하여 주시면 좋다.

롤 間隙의 調整은 베어링박스를 코운워엄기어(cone worm gear)로 手動 또는 모우터로 移動시킨다.

다음은 給油裝置인데, 고무인 境遇는 PVC와 같이 高溫(170°C 前後)이고 高速(100m/min)이 아니므로, 그다지 神經을 쓸 必要는 없으나 強制循環 給油裝置가 常識化하였다. 이것은 一名 滿液式潤滑 (flood lubrication)이라 불려지며 믹싱이나 押出하는 各種 機械에도 使用되어 가고 있다. 注油는 機械가 高級化하면 自動화가 絶對로 必要하다는 것을 잊어서는 안된다.

2.5 프레임 또는 하우스 (frame or housing)

칼렌더의 대들보라고도 할 수 있는 골격체로 巨大한 롤을 지탱하고 高負荷, 高速, 高溫의 連續作業에도 까다하지 않는 存在인 것은 여러분 잘 알고 있는 바와 같다.

材質은 鑄鐵 또는 鑄鋼인데 美國에서는 미이하나이 트(meehanite)라는 超硬鑄鐵이 많이 使用된다. 내가 예전에 勤務하였던 工場에서 試運轉을 하였을 때 不注意하여 等速과 異速의 키를 함께 쫓은 채로 스위치를 넣었기 때문에 프레임에 若干이지만 龜裂이 생겼었다. 그 後 그 칼렌더는 아무리 修理나 操作上的 머리를 짜내 보았으나 아무리 하여도 잘 쓸 수 없었던 괴로운 經驗이 있다.

칼렌더라고 하면 롤이나 기어박스에만 神經을 쓰는 것 같고 意外로 프레임의 重要性이 看過되고 있다. 특히 잇물림(嵌合)部の 갈아 맞춤(摺合)끝손질이라던가 스테이볼트의 조임을 꼼꼼히 하고 基礎 콘크리트나 基礎 볼트도 必要 以上으로 튼튼히 하지 않으면 平生을 若生하게 된다. 여간 높이가 높으면만큼 세로 높음과 가로 높음을 防止한다는 것은 여간 어려운 일이다.

2.6 電動機 및 減速機

끝으로 칼렌더의 動力 및 變速法을 簡單히 이야기하겠다. 一般의으로 準備 段階의 롤 加溫이나 機械가 잘 들때까지는 低溫, 低速으로 돌리고 차차로 高溫으로 울려서 能率을 높이기 위하여 칼렌더作業의 傳導에는 變速法이 採擇되고 있다. 그 代表的인 電動機로서는 다음 3가지 種類가 있다.

- 1) 3相誘導電動機—卷線型和 바스켓型이 있는데 前者가 좋다. 熱容量이 큰 低抗器를 써서 2次側의 抵抗值을 變化하면 좋다. 調整 範圍가 작고 熱損失을 補完하기 爲하여 若干 大型 電動機를 準備하지 않으면 안되는 欠點이 있으나 設備費가 싸므로 一般의으로 널리 使用되고 있다.
- 2) 3相交流整流子電動機—솔(brush)位置를 바꾸는 것으로 廣範圍하게 調整할 수 있다. 값이 비싼 것과 低馬力(50馬力程度까지)인 것이 欠點이다.
- 3) 直流電動機(Ward-Leonard system 워어드 레오너드方式 制御法)—가장 理想的. 交流를 直流 電源으로 바꾸기 爲해 回轉交流機나 電動發電機 따위를 必要로 하기 爲때문에 設備費가 많이 든다. 하여튼 一般의으로 칼렌더用 電動機로는 다음 條件이 要求되고 있다.

- a) 充分한 回轉能力을 가진 것
- b) 잔(細量의)速度 調節이 可能할 것
- c) 自動化되어 있을 것
- d) 急停止가 可能할 것
- e) 逆轉이 可能할 것

表 7 22×60in 3가닥칼렌더標準規格
(日本고무工業技術員會設定, 1952, 披萃補記)

各 部 名 稱	치 수	備 考
1. 롤 지름	22in	表面硬度...73度以上, 쇠 두께...約5in L/D...(從來의 日本産 3.0이 많다)
2. 롤 나비	60in	
3. 크라운의 標準	上롤+6mil, 中롤 0, 下롤-3mil	
4. 中롤 回轉數	5~10rpm, 10~15rpm	시이팅用 프릭송用
5. 主軸 지름	5 1/2in	
6. 기어 { 主軸기어 큰기어 (큰기어쪽) { 上·下롤 기어 { 中롤 기어 (큰기어 反對쪽) 上·中·下롤 기어	D.P. 1 3/4, N.T. 19枚, 날나비 12in } D.P. 1 3/4, N.T. 114枚, 날나비 12in }	기어날 모양은 모두 더블헤리컬(中溝없음)임
	D.P. 1 1/2, N.T. 34枚, 날나비 12in } D.P. 1 1/2, N.T. 22枚, 날나비 12in }	프릭송用 (回轉比 34/22=1.55)
	D.P. 1 1/2, N.T. 28枚, 날나비 12in	시이팅用 (回轉比 28/28=1.0)
7. 프레임 앞나비	11 1/2in	
8. 프레임 中心距離	83in	
9. 가운데롤 中心까지의 높이	60in	마루바다 위
10. 基礎볼트(지름in×길이in×수)	1 3/4×60×8	
11. 急停止裝置		FUKUDA式 其他 適宜裝備
12. 롤 上下 調節裝置		主動廉用電動式으로 하고 左右上下롤 한곳에서 操作할 수 있도록 設計하여야 하며 모우터는 2段減速이 바람직스럽다.
13. 減速機		2段減速
14. 傳導裝置		減速機直結, 크러지部分의 이음쇠를 없앨 것
15. 使用電動機		75馬力...空轉 또는 附屬裝置運轉用으로 補助電動機 25馬力 1帶를 附屬하는 것이 좋다고 본다.

2.7 附屬設備

- 1) 減速裝置
- 2) 急停止裝置
- 3) 冷却裝置
- 4) 고무生地 供給裝置
- 5) 引取裝置(送入裝置)
- 6) 가루칠裝置
- 7) 바람빼기裝置(air bar)
- 8) 두께 測定, 시이팅 積算 미터 等.

以上的 補助의 칼렌더 設備에 對해서도 따로 이야기 할 豫定이었으나 장황하여지므로 實際의 操作을 講義 할 때에 論題로 잡아 그때그때 說明하겠다.

첫머리에 말한 바와 같이 化學出身의 機械 講義인 만

큼 알기 어려웠던 點도 많았을 것이다. 모래를 씹는 맛의 알지도 못하면서 아는 체한 것을 부끄럽게 여긴다. 그러나 칼렌더作業이라는 加工技術이 우리들 不完全한 고무장이에게는 얼마나 開拓의 余地가 많은가? 科學以前의 藝術을 벗어나지 못하는가를 여러분과 함께 反省하고 싶다. 플라스틱關係의 斬新한 칼렌더의 說明(例를 들면 交叉軸이나 벤트法 크라운)을 감히 끌어낸 것도 새로운 칼렌더技術의 무우드 向上을 노린 것 뿐이다.

以上 下完全한 내 칼렌더 機構에 對한 講義의 復習이라는 뜻에서 舊式 칼렌더라는 感은 있으나 22×60in 3가닥칼렌더의 標準規格(表 7)을 자세히 보아주기 바란다. 칼렌더의 內容이 얼마만이라도 親近感이 들고 알 것 같은 느낌이 든다면 그 以上の 보람은 없겠다.

(未完)