

# 應用 고무 加工技術 12講 (X)

金子秀男 著  
李德杓 譯

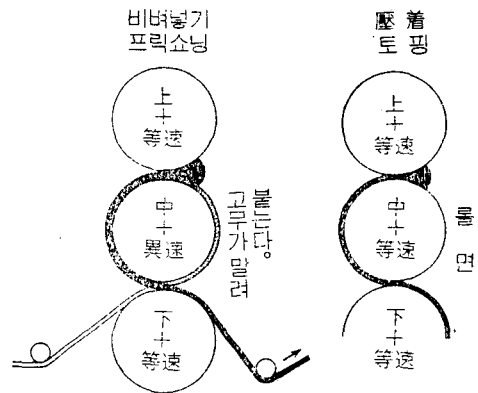
## 第7講 칼렌더作業(續)

### 6. 프리쇼닝(비벼넣기, frictioning)

우리 나라에서는 略하여 「프릭손」이다 부르고 있으나, 外國에 가며는 進行形인 ing를 붙여서 부르지 않으면 뜻이 通하지 않는다. 프릭손(摩擦)을 이용하여 고무를 천(布)에 비벼넣는 作業이므로 새삼스럽게 定義스러운 說明을 할 必要가 없겠다. 앞에서 이야기한 토핑을 비롯하여 더블링, 엠보싱, 테일링(엠펜기), 코오팅, 프로우필링이라는 呼稱처럼 칼렌더作業인 境遇에는 連續인 進行形을 使用한다. 심술장이 영감처럼 잔소리를 하는 것 같으나 이제부터의 고무 加工技術이란 이와 같은 變번치 않은 技術用語에도 神經을 쓰지 않으면 안될만큼 技藝가 細分된 事實을 알려드리고 싶기 때문이다. JIS用語인 「비벼넣기(擦込)」가 뜻하는 바와 같이, 이 프리쇼닝은 고무配合物의 熱可塑性과 롤에의 粘着性을 利用하는 操作이므로 가운데 롤을 빠르게 위와 아래 롤을 느리게 回轉시켜 上, 中롤 사이에 供給한 配合고무를 가운데 롤에 말려붙혀 中, 下롤 사이로 천이 지나가게 하여 롤 相互間의 速度比를 利用하여 천에 고무의 一部分을 비벼넣는 作業이다.

#### 6.1 토핑과의 差異

토핑은 原則的으로 等速 回轉 롤에 依한 壓着인데 比하여 프리쇼닝은 異速 回轉 롤에 依한 비벼넣기(擦込)이다. 또한 前者의 境遇는 롤間隙에 고인 고무가 全部 布面에 壓着되어 가는 것에 比하여 後者에서는 고무의 一部分(10~20%)만이 布에 비벼들 뿐이며 殆半은 가운데 롤에 말려붙어있다. (그림 53). 即 칼렌더作業中의 가운데 롤의 半쪽面(半面)을 보아 金屬 表面이 보이면 토핑이고 고무가 말려붙어 있으면 프리쇼닝이라고, 보기만 하면 곧 알게 될 것이다.



3다닥칼렌더	프릭쇼닝	토핑
물 속도	中롤만 빠르다	全部 等速
고무 먹 입	一部	全部
中롤 右側 半分	고무말려붙는다	말려 붙지 않음

그림 53 프리쇼닝과 토핑의 差異

따라서 技術的으로도 前者에서는 가운데 롤에 고무가 말려붙는 것을 꺼리는데 比해 後者에서는 布에 고무가 말려붙는 것을 꺼린다. 前者는 천 위에 고무를 얹어 놓고 壓着하는 요량으로 하면 좋고 後者는 고무를 「잡아당겨 끊어서 천에 비벼넣어 준다」는 요량으로 하면 된다.

#### 6.2 비벼넣기의 理論

자 「잡아당겨 끊어서 천에 비벼넣는다」의 內容인데 곰곰히 생각하면 이것처럼 고무의 物性인 粘彈性을 充分利用한 고무의 加工技術은 없다. 옛 고무장이의 솜씨와 머리가 좋았던 것에는 變번치지만 머리가 수그러지는 느낌이다. 一言以蔽之하고 칼렌더라고하는 機械는 고무 以外에 플라스틱, 纖維, 金屬 等の 諸工業에 應用되고 있으나 플릭손을 利用하여 비벼넣기 作業을 하

고 있는 것은 고무만의 獨舞臺라는 것을 銘心하여야겠다.

바로 適當하게 素練되고 適當하게 配合된 고무配合物은 適當한 可塑性과 粘着性을 띤다. 이것에 適當한 高溫과 回轉速度를 附與하고 다시 가운데 물과 아래쪽 롤 사이에 適當한 速度 差異를 附與하므로써 생기는 剪斷應力으로 고무配合物을 비트리 끊어 一部分을 牽속으로 보내고 나머지 部分을 빠른 回轉力을 갖인 가운데 롤에 말려붙이는 것이다. 牽속에 보내진 고무配合物은 롤間隙의 伸 壓縮力으로 纖維사이에 浸入하여 所謂 비벼넣기(또는 비벼들기)가 이루어지는 것이다. 잡아당겨서 끊어지는 程度 即 프리쇼닝의 程度(고무먹임)는 롤間隙과 뱅크量으로 適當히 調節한다. 나는 “適當”이라는 애매한 文字를 쉽게 使用하였지만 事實은 製品의 目的 纖維의 種類, 組織, 厚薄, 使用하는 고무의 成分, 配合 따위에 따라 꽤 複雜微妙한 技術의 콘트롤을 必要로 하기 때문이다.

### 6.3 비벼넣기용 칼렌더

普通 고무용 칼렌더는 토핑용 기어와 프리쇼닝용 기어의 系列이 롤의 左右로 나뉘어져서 키를 바꿔끼는 것으로 한쪽을 自由回轉으로 돌리고 다른쪽 系列만을 運轉시키도록 되어 있다. 따라서 프리쇼닝 專用 칼렌더라는 것은 거이 製作되어 있지 않다. 그리고 비벼넣

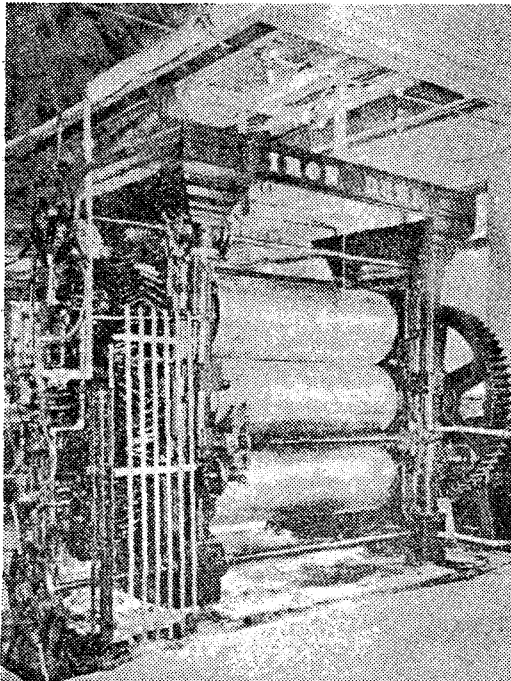


그림 54. 鐵 公 爵

기용으로는 使用 技術의 複雜 微妙로 하여 從來의 3가닥 重直型 로올러에 局限되어 있다.

問題는 回轉 速度比인데 普通 上·下롤을 等速으로 하고 中롤의 速度를 1:1.2~1.5의 比率로 빠르게 하였다. 速度는 每分 5~20m의 調節이 可能하도록 모우터에 餘裕를 주었으면 한다. 토핑과는 달리 프리쇼닝이 餘分으로 더 걸리는 만큼 動力도 더 많이 든다.

要컨대 프리쇼닝 카렌더는 토핑용과는 달라서 그다지 進歩되어 있지 않다. 機械要素보다 配合이라던가 溫度라던가 基布의 操作等이 占하는 技術要素 쪽이 훨씬 重要하다. 그만큼 고무 加工技術者로서는 이곳만큼 숨쉴 곳을 없으리라. 그림 54는 例의 世界最古의 Chaffee의 “Monster”칼렌더의 2番機인데, 1849年 C. Goodyear가 渡英하여, 改良 設計해서 George Spencer, Moulton & Co.에 製作시킨 칼렌더 鐵公爵(The “Iron Duke”)이다.

롤 치 수	20×60in(3가닥)
프리쇼닝 비	1:1.8
速 度	19ft/min

100年以上이나 지나서 오늘날의 프리쇼닝용 칼렌더와 比較해서 얼마만큼의 進歩가 있을까? 即 舊式 칼렌더로도 充分하기만하다.

### 6.4 프리쇼닝의 目的과 得失

端的으로 말한다면 칼렌더에 依한 一種의 糊引作業이어서 溶劑를 쓰지 않고 量産할 수 있는 곳에 特徵이 있다. 스프레더식 糊引法과 比較하면

#### 【利 點】

- 1) 溶劑 不必要, 따라서 火災豫防이 되고 衛生的이다.
- 2) 布 組織 内部에까지 고무가 滲透하기 때문에 密着이 良好하여진다. 加黃溫度에서 殘留溶劑에 依한 發泡事故와 같은 일은 全無하다.
- 3) 한번의 操作으로 相當量의 고무附着(먹임)이 可能하다.
- 4) 基布의 種類나 厚薄을 不問한다. (특히 두꺼운 천인 境遇, 即 纖維의 初期 可塑性이나 늘음을 죽일 必要가 있는 境遇에 有利하고 溶劑蒸發로 생기는 基布의 나비줄음(幅縮)도 아주 적다.)
- 5) 25m/min까지의 高速 能率(특히 두꺼운 천인 境遇)
- 6) 熱損失이 적다.

#### 【缺 點】

- 1) 고무含量의 調節이 어렵다. 스프레더인 境遇는 고무含量 20%이하의 低配合으로도 可能하다.

- 2) 强壓力下의 摩擦應力 때문에 纖維가 메어지기 쉬워 強度가 若干 低下한다. 靚이 弱한 境遇나 또는 張力을 걸면 不規則한 늘음이 생기는 織物에는 不適當하다.
- 3) 長尺物에만 適用된다.
- 4) 技術的 管理가 어렵다.
- 5) 設備費가 스프레더에 比較하여 훨씬 비싸다. 動力 其他도 많이 所要된다.

### 6.5 프리크쇼닝 實技

a. 配合 처음에 고무의 粘彈性을 利用하고 있다 고 이야기하였으나 고무含量이 어느 程度 限定된다. 普通 40~80%의 고무含量(重量%)의 範圍이지만 60%前後가 일하기 쉽다. 粘着性을 附與한다는 뜻에서는 불란 캣트 B와 같은 低級고무가 많이 使用된다. 充填劑로는 生地를 부드럽게 하는 重質炭酸칼슘이나 소프트카본이 無難하다. 補強劑의 選擇은 프리크쇼닝의 目的 特別의 두껍고 얇음에 따라 區別되어야 하며 厚物인 境遇에는 酸化亞鉛이나 소프트클레이, 白艶華 DD, 리도 폰과 같은 부드러운 附與하는 것이 좋고 薄物인 境遇에는 하이드로클레이나 炭酸마그네슘과 같은 硬도를 附與하는 것을 少量 配合할 必要가 있다.

最大 포인트는 軟化劑의 選擇과 配合量인데 粘着性 과인타아르나 구마론樹脂(低融點)를 5~10PHR配合한다. 潤滑性 鑛物油나 脂肪酸은 不可라 하나 스테아르산과 같은 必須 軟化劑는 0.5PHR의 最小限度는 添加하여야만 한다. 以上은 天然고무를 使用하는 境遇이었지만, 合成고무를 應用하는 프리크쇼닝에 對해서는 各 메이커마다 따로따로이 發表된 것이 있으나 實際적으로는 特殊目的에 局限되며 天然고무와 같이 汎用이 아니다. 日本ゴム協會編 고무工業便覽 p.250에 配合例나 要領을 간추린 것이 있으므로 보아주시오. 네오프렌이 合成고무 中에서도 比較的 프리크쇼닝에 應用하기 쉬우나(하지만 多量의 高價 可塑劑를 添加한 다음의 이야기이나) 이것도 歷史的 貫祿이 말하는 것이므로 其他의 新開發 合成고무일지라도 時間을 드려서 努力을 한

다면 可能할 것이다. 特別 最近의 低무우니 合成고무 特別히 스테레오고무의 應用의 可能性은 確實하리라. 天然고무의 웨트(濕) 性에 對하여 合成고무의 드라이(乾) 性인 境遇는 高溫의 粘彈性 領域에서 低速度 高壓下에 프리크쇼닝을 해야만 할 것이다. 다만 私見이지만 프리크쇼닝配合에서 나는 새삼 天然고무의 優越한 物性을 再發見한다.

要컨데 配合設計는 強度보다도 加工性 “잡아당겨 있어서 비벼넣기”라는 點을 第一義로 생각하여야 한다. 單價 引下라거나 物性 向上 따위는 나중에 考慮하여도 늦지 않다.

b. 素練, 其他 粘着性을 높이기 위한 길이라고 하면, 우선 素練으로 고무를 끈족으로 만드는 것을 생각하게 되나 接着強度나 彈性回復도 죽일 危險이 隨伴한다. 例의 잡아당겨 끊었을 때의 大部分이 一種의 彈性回復(糸曳性이라고도 한다)이며 가운데 룰에 되돌아가는 것을 잊어서는 안된다. 끈족이 된 고무는 下룰에 철덕 附着할 危險이 多分히 있다. 또 接着 加黃後의 強度도 補強劑가 적은 配合인 만큼 回復力이 적다. 過度 素練은 嚴禁이며 粘着性은 오히려 粘着性 軟化劑에 依持함이 좋다.

c. 칼렌더의 溫度 原則으로서 제일 重要한 가운데 룰의 溫度를 윗(上)룰보다 5~10° 低溫으로 하면 좋다. 아랫(下)룰은 가운데 룰보다 다시 5~10°C 低溫으로 하는 所謂 遞減溫度方式을 取하면 좋다. 表 19는 各種 고무인 境遇의 比較이나 이것은 어디까지나 參考에 지나지 않다는 것은 前講 사이팅이나 트핑의 境遇와 똑같다. 溫度範圍가 너무 넓어서 대응을 잡기조차 어려운 形便이므로 새삼스럽게 反復할 必要도 없겠으나 萬一을 爲해 다시 한번 일러 둔다. 重要한 일은 溫度의 影響이 미치는 다음 條件을 總合的으로 判斷하지 않으면 안된다는 것이다.

表 19 프리크쇼닝의 칼렌더 溫度 條件 (單位: °C)

	天然고무	니트릴 고무	클로로프렌 고무	부틸고무
윗 (上)룰	80~100	70~95	90~120	85~100
가운데(中)룰	75~100	60~85	50~ 90	75~ 90
아 래(下)룰	60~100	100	50~ 65	90~115

- 1) 同一 回轉速度인 境遇에는 고무가 高溫 룰에 달려 붙는다.
- 2) 同一 溫度 룰인 境遇에는 고무가 高速度 룰에 달려 붙는다.
- 3) 以上은 天然고무配合인 境遇이고 合成고무의 種

表 18 프리크쇼닝 配合例(英國)

天然고무	72.0
黃	2.4
加黃促進劑	0.6
軟化劑(스테아르산包合)	9.5
酸化亞鉛	3.0
카아본블랙	12.5
計	100.0

表 20 프리손비 基準

常識 線	1. 2~1.5
厚布(20s/6 以上)簾布	1.45~1.5*
薄布, 카네킨, 天竺무명	1.2 ~1.3
厚薄兼用인 境遇	1.4 以內

註: \*는 自動車타이어인 境遇에는 2.0의 高프릭손을 取하는 境遇도 있다.

類(특히 클로로프렌 고무, 부틸고무)에 따라서는 逆傾向을 나타낸다.

4) 프리손비는 摩擦應力에 따라서 一種의 發熱現象을 隨伴한다(특히 프리손비가 큰 境遇).

5) 厚基布로 多量의 고무막임을 高速度로 하는 境遇에는 反對로 吸熱現象을 隨伴한다.

d. 프리손비 프리손비의 重點은 中央롤의 回轉速度를 等速의 上·下롤에 比較하여 얼마쯤 빨리하는가 即 프리손비의 設定이다. 理論적으로는 이 프리손비가 클수록 비벼넣기 效果가 좋지만 同時に 이때 생기는 剪斷力에 따라 基布의 損傷도 避할 수 없다. 따라서 厚織物이어서 튼튼한 境遇나 橫糸가 적은 밧모양의 簾織物인 境遇에만 1.5, 薄織物로서 強度가 弱한 基布인 境遇는 1.3, 兼用인 境遇는 中間의 1.4로 한다. (表 20)

e. 基布의 種類 프리손닝用的 基布는 充分히 乾燥하여 水分을 除去하고 (3% 以下), 保溫狀態에서 一定한 伸선이 걸린 狀態로 칼렌더에 넣어야 하며 도평作業인 境遇에 準한다. 차라리 加熱하는 程度가 滲透性도 좋다. 反對로 차면 滲透도 나쁘고 프리손닝된 고무가 收縮을 이트켜서 나쁜 結果를 招來하기 쉽다.

厚織 基布인 境遇에는 거이 技術의 困難은 없다. 어려운 것은 薄織布인 境遇이다. 充分한 伸선을 걸 수 없을 뿐만 아니라 作業中에 生地 切斷, 주름잡힘을 이트키기 쉽다.

薄織 基布인 境遇의 對策으로서 特別히 注意할 點

- 1) 프리손비를 될 수록 작게, 1.3~1.2로 한다.
- 2) 基布의 保溫을 特別히 功들여야 하고 乾燥를 너그럽게 水分을 5%쯤 남겨서 強度를 向上한다. 고무의 滲透性이나 接着性은 薄織布인 境遇 거이 低下하지 않는다.
- 3) 고무配合物은 特別히 무르게 한다.
- 4) 上·中롤 間隙을 좁게하고 中롤에 말려붙는 고무 두께를 되도록 얇게 하고 그 고무의 大部分(70%)을 前에 비벼넣게 한다. (厚織布인 境遇는 가운데롤의 고무두께를 되도록 약간 두껍게 하고 少量(10~20%)의 고무를 前에 비벼넣는다.)
- 5) 中·下롤 間隙의 고무피임(뱅크)을 아주 적게 한

다.

6) 各 롤의 溫度調節은 功들여 한다.

f. 프리손닝의 要領(急所) 「잡아당겨 끊은 고무를 前에 비벼넣음」이라는 말을 再三 使用하고 있는데 實은 이것이 要領이다. 어느 外國의 고무技術者는 「프릭손닝은 一種의 要術(tricky process)이다. 即 그 고무는 가운데 롤에 充分히 달라붙을만큼 粘着性을 가지는 것과 同時に 纖維 속에 充分히 浸透할만큼 무른 性質을 가지고 있지 않으면 안된다. 뿐만 아니라 하나의 고무에서 두개의 서로 다른 性質을 自由自在로 끄집어내지 않으면 안된다」라고 말하고 있다.

理論적으로는 고무 粘彈性의 粘性和 彈性의 區分使用이며 이것에 粘性的의 變形이라고도 할 粘着性을 加味한 매우 複雜한 技術이다. 그리고 그 區分使用은,

- 1) 프리손비(回轉速度의 差)
- 2) 롤의 溫度差와 롤間隙
- 3) 고무配合의 물품(可塑性)과 그린스트렙스(彈性)이다.

자세하게 說明하면 張皇하게 되고 여러분을 充分히 理解시킬지 어떨지의 自信도 없다. (칼렌더加工은 技術이 아니고 藝術이라고 한 것을 여기서 想記하여 주시오.)

結論을 서두르자. 프리손닝이 잘 되어지는지 어떤지 롤 試驗하는 簡單한 方法을 말하리다. 「가운데(中)롤 둘레에 감겨있는 고무가 果然 롤 表面에 잘 粘着되어 있는지 어떤지를 調査하면 된다. 그것을 試驗하려면, 같은 고무 小片을 잘라내어 가운데 롤에 감겨도는 고무 表面에 눌러대었다가 재빠르게 잡아 당겨 떼어내본다. 이 때 롤에 감긴 고무가 小片에 들러붙어서 롤 面에서 若干이라도 들뜨게 되며는 絕對로 프리손닝作業은 不可能하다. 即 롤에 감겨 있는 고무가 全部에 附着해 버린다.」

이것은 모리(森鐵之助)先生의 「ゴム製造法」 p.107에서 引用한 것으로 서두른 理論보다 實際로 도움이 되는 技術이다. 要는 롤에 充分히 감겨붙는 끈끈함을 強調한 것이다.

作業中에 롤에서 들뜨는 境遇에는 松脂나 피치와 같은 粘着性 物質을 가솔린에 녹인 것으로 롤面을 홈쳐 주면 다시 고무가 롤에 감겨붙는다. 소금물로 하여도 좋으나 소금물은 잘못하면 물을 녹게 할 念慮가 있어 勸獎하지 못한다.

도평作業인 境遇는 롤에 粘着하는 (떼앗기는) 것을 防止하기 위하여 롤面에 滑劑인 스테아르酸亞鉛 따위를 발라주는데 比해 프리손닝作業에서는 反對로 粘着劑로 달라붙힐려고 하는 것이다.

勿論 위와 같은 簡便法으로 解決할 수 없는 境遇에 는 다음과 같은 本格的인 들뜸 防止 對策을 講究할 必要가 있다.

- 1) 素練을 充分히 한다.
- 2) 軟化劑(粘着性)의 增量.
- 3) 롤 熱入을 均一하게 한다(時間을 드린다.)
- 4) 가운데 롤의 溫度를 若干 올린다.
- 5) 布의 乾燥와 保溫을 보다 充分히 한다.

一般的으로 프릭쇼닝은 布의 強度가 許用하는 限, ① 프릭손比는 크고 ② 回轉速度가 빠를 수록(30m/min쯤) 하기 쉽다. 프릭쇼닝이 훌륭하게 進行될 때는 布 사이에만 고무가 먹혀들고 布 表面에는 고무層이 거이 없어 布巨이 그대로 남는 狀態가 된다.

g. 더블프릭쇼닝(兩面 비벼넣기) 더블포팅인 境遇와 마찬가지로 片面으로 2회하면 좋으나 能率的으로는 2臺의 칼렌더를 텐덤式으로 並列시켜 한번에 하는 方法이 採用된다. 下走式(그림 55)과 上走式(그림 56)이 있는데 作業 形便上으로는 上走式이 좋다.

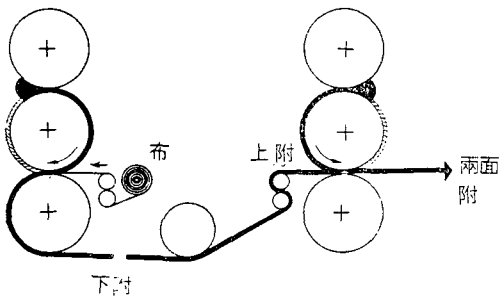


그림 55. 下走式 더블프릭쇼닝

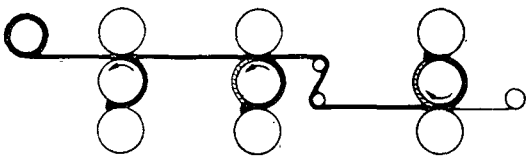


그림 56. 上走式 더블프릭쇼닝(다만 右端은 토픽칼 렌더의 가운데 롤의 右半部에 고무가 감겨붙지 않은 點에 注意!)

### 6.6 結 論

프릭쇼닝技術은 칼렌더의 發明(1836年, Chaffee)과 함께 美國에서 發達하여 오늘에 이른 것으로서 타이어 코오드, 벨트 따위의 고무工業에서는 重要한 加工技術인 것이다. 英國은 家藝인 스프레터法을 오랫동안 固守하여 2次大戰 直前까지 타이어코오드는 프릭쇼닝을 拒

否했다고 한다. 技術的 및 經濟的으로의 각각의 理由는 次置하고라도 技術者 特有의 고집장이 根性이라는 것을 보게 된다. 나에게서는 單純한 技術的 釋然性(合理性) 以上으로 이 精神的 根性이 넓은 뜻으로의 加工技術을 크게 開發하고 있는 것같은 느낌이 든다.

### 7. 型出作業

프로우필링(profiling)이라던가 엠보싱(embossing)이라던가 포싱(forcing)이라는 歐美 直輸入用語가 그대로 使用되고 있는가 하면, 意匠刻出, 靴底刻出, 트레드刻出이라던가 型出, 型附, 型壓이라는 日本製 技術用語들이 混同되기 쉬우니 先 定義를 내리기로 하자.

代表的인 “프로우필링”에 대해서는 JIS 고무用語에 「表面에 紋樣이 깊게 彫刻되어 있거나 또는 파여져 있는 롤 1가닥 또는 그 以上으로 構成된 프로우필링칼렌더를 使用하여 一定形의 切斷面을 가지는 連續된 띠모양(帶狀)의 고무를 만드는 操作」이라고 되어있다. 프로우필(profil)은 人間의 얼굴이라는 뜻에서 코나 이마의 凹凸, 即 線의 뚜렷함과를 連想하여 보시오.

이어서 “엠보싱”인데 辭典을 들추면 「浮彫 細工」이라 되어 있는 것에서 알 수 있는 바와 같이 천이나 가죽의 조그라든 模樣과 같은 얼은 浮出紋樣을 附着하는 것이 本來의 모습이다.

“포싱”은 紋樣 附着이라기 보다는 變形 附着이라는 傾向이 強해서 타이어의 트레드, 플랩, 비이드나 신발 테이프를 뽑아내는 操作에서 볼 수 있는 一種의 흡附着 法法이다.

따라서 한마디로 型出作業이라 하드레도 種類나 方法이 複雜하다. 技術的으로도 彫刻의 淺深이나 흡의 構造에 따라 칼렌더의 使用法도 相當히 달라져야 하지만 代表的인 프로우필칼렌더의 一例로 신발창을 뽑아내는 操作을 基礎로 이야기를 해간다.

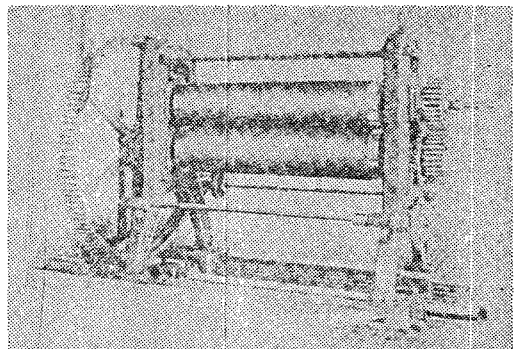


그림 57. 垂直 2가닥型 엠보싱칼렌더

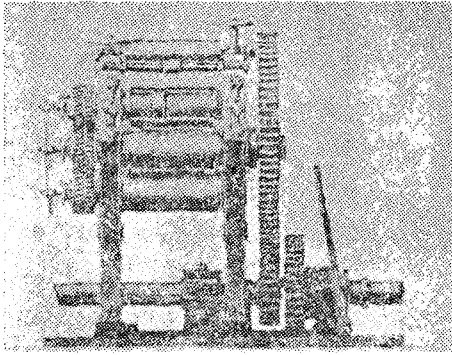


그림 58. 垂直 3가닥형 신발창 뽑기 칼렌더

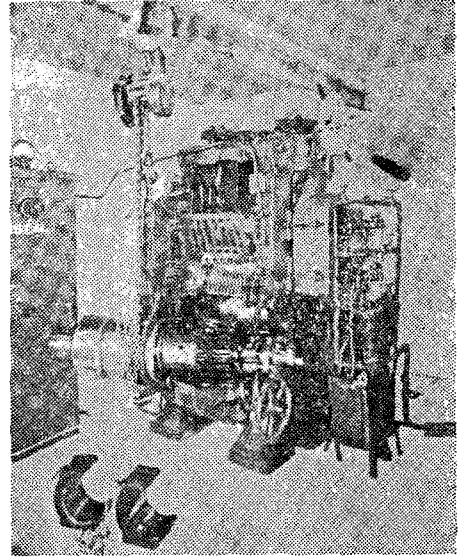


그림 60. 同左 : 롤 교환中 (最下段, 프로우필롤과 메탈)

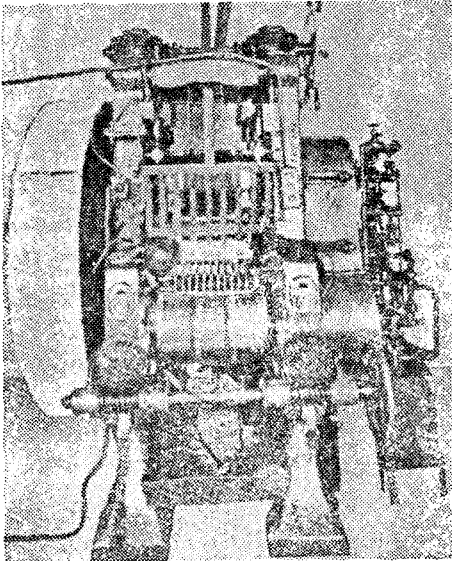


그림 59. 3가닥 垂直型 프로우필칼렌더 (英國 Robinson社製)

7.1 프로우필링칼렌더의 構造

型出칼렌더는 二次 加工의 紋樣 附着을 目的으로 하므로 性能의 上으로도 使用하기 쉽고 또 프로우필롤의 交換을 頻繁히 하기 때문에 小型이며 簡單한 構造이다.

무엇보다도 彫刻料金이 高價이므로 小型롤로 일을치루어야 할 必要가 있다.

于先 代表的인 機種을 紹介하니 概念을 把握해 주시기 바란다. 그림 57은 2가닥 垂直型이며 原始的인 것, 그림 58은 現在 普及되고 있는 3가닥 垂直型, 그림 59~60은 저쪽(英國製)의 덜릭스版이고 下段의 彫刻롤의

表 21 신발창 뽑기 칼렌더 調査表(ゴム技術最高標準 ゴム履物 11페이지)

치 수 (徑 長) (in)(in)	材 質	型 式 本 配 數 列	가운데롤 回轉數 (rpm)	回轉比 윗쪽롤에 서 1234	馬 力 數	減 速 法	工 場 名	所 要 人 員
6 20	샌 드	2 水平	8.5	1:1	連	平 벨 트	F	2
6 20	"	2 "	9.5	1:1	"	"	E	3
7 20	"	2 "	10.5	1:1	"	"	F	2
7 24	"	2 垂直		1:1	"	平벨트밧기어	B	2
8 17	"	3 "	18.0	1:1:1	"	"	A	2
9 25	칠 드	4 直角	7.5	0.9:0.9:1:1	10	웜 기 어	C	2
9 25	샌 드	4 "	10.8	1:1:1:0.8	10	"	D	3
9 26	"	3 傾斜	17.0	0.8:1:1	連	平벨트밧기어	A	2
10 16	칠 드	3 "	12.0	0.9:1:1	10	기 어	D	3

(注) 샌드 롤(sand).....鑄放 롤  
칠드 롤(chilled).....同上 表面冷却硬化 롤

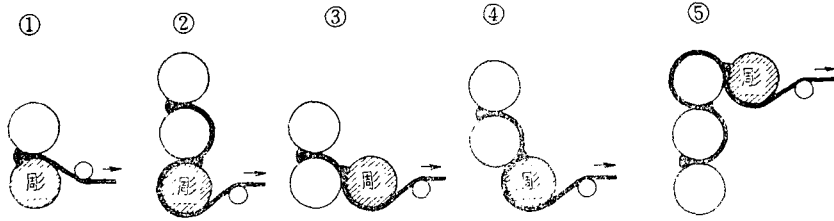


그림 61. 型出操作에서의 프로우필롤의 關係

交換 狀態를 나타낸 것이다. 생선구이 석쇠의 元祖와 같은 것이 붙어 있는데 安全 카바이다. 外國의 고무 加工機械에는 이와같은 危險 防止 裝置가 으리으리하리 만큼 붙어 있는데 이것은 매우 重要的 일이다.

機械의 要素(엘레먼트)에 對해서는 表 21을 參考로 하여 概念을 얻어주기 바란다.

칼렌더 그 自體의 機構는 表 21에서 볼 수 있는 바와 같이 簡單한 것이지만 問題는 彫刻률에 있다.

7.2 프로우필롤

重量勿이며 뿐만아니라 흠이 생기기 쉽고 頻繁하게 交換하여야 하는 必要上 칼렌더의 다른 롤에서 分離하기 쉬운 最下端 또는 側面에 붙혀진다. 그림 61은 프로우필롤의 位置와 作業의 흐름 狀況을 나타낸 것이다.

다음이 프로우필롤의 構造이다.

簡單한 것은 샌드롤 面에 直接 彫刻한 것이 많다. 무르기 때문에 彫刻도 하기 쉽고 熱傳導性도 比較的 높으며 材質的으로도 一種의 끈기가 있어서 意外로 튼튼하며 고무工場 特有的 亂暴한 作業에도 견디어주므로 허투루 보아서는 안된다. 또 하나의 特徵은 彫刻이 열은 境遇에는 彫刻을 2~3회쯤은 다시 하여 쓸 수 있으며(지름이 가늘어지는 것은 覺悟하고서이다), 最終的으로는 軟鋼의 彫刻圓筒을 써워 붙히는 芯롤로 使用된다. 인색한 이야기를 한 것 같으나 고무加工技術者에게는 이쯤의 구두쇠 精神이 必要하다. 缺點이라고 하면 가장 重要的 彫刻面이 傷하기 쉽고 또 고무가 롤面에서 떨어지는 것이 나빠지는 것이다.

軟鋼(철드)롤이 近者에는 原則이며, 廢棄를 말하던 쇠붙릴 表面硬化가 可能한 SS-46C以上으로 하고(이 경우에는 勿論 徐冷 아닐린으로 變形 修正을 한다), 끝 마무리로 크롬메기를 한다면 훌륭한 프로우필製品이 保證된다.

다음은 彫刻 紋樣(意匠附着)이다. 要點으로는

- 1) 고무의 配合에도 따르지만 收縮率(줄음率)을 10~30%라고 생각하여 若干 크게 設計한다.
- 2) 칼렌더 作業중에 공기가 빠져나가기 쉽도록 彫刻

의 깊이, R 切削法, 線의 方向 따위에 特別한 考慮를 한다.

3) 彫刻하기 쉽고 清掃하기 쉬운 設計이어야 한다.

4) 고무의 흘러들음이나 흘러나옴에 無理가 걸리지 않는 設計이어야 한다.

以上 4條件을 들 수 있겠다.

또는 지까다비(地下足袋)나 고무 신발창과 같이 두께에 顯著하게 部分的인 差異가 있는 境遇에는 彫刻를 만으로는 無理가 걸리므로 그림 62와 같이 칼렌더의 윗쪽롤을 흠이 붙은 롤로하고 壓出(포싱) 送出하고 나서 프로우필롤을 지나게 하던 無理가 걸리지 않으므로

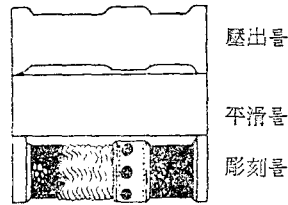


그림 62. 신발창 刻出用 프로우필 칼렌더

自然스럽게 壓延되고 따라서 彫刻도 鮮明하다

彫刻률은 값도 비싸지만 意匠의 流行이 甚하게 變轉하므로 多數의 彫刻를 準備하지 않으면 안된다. 어떻게든 節約해야 하겠다고 考案된 것이 「圓筒交換式 프로우필롤」이다.

圓筒(sleeve)만을 彫刻하면 롤 本體는 1가닥만으로도 充分하다. 프로우필롤 全體를 本體에서 끌어서 圓筒을 分離하여 바꾸는 方式이 採用된 일이 있었다. 理論的으로는 좋은 方式이지만 實際問題로서는 時間이 意外로 걸리는 것, 輕量 彫刻圓筒이 傷하기 쉬운 것, 조여붙이는 方法이 困難한 것 등 그리 好評이 아니었다. 그 후 롤을 그대로 두고 圓筒만을 칼렌더 本體에서 끌러내는 改良法이 講究되고 있다. 롤 本體를 加熱된 狀態 그대로 交換이 可能하므로 곧바로 型出作業에 곧 옮길 수 있다. 다음이 彫刻를과는 機能이 다른 “壓出롤”인데 代表面인 타이어의 트베드칼렌더와 비이드칼렌더를 그림 63~64에 나타낸다. (自轉車타이어用).

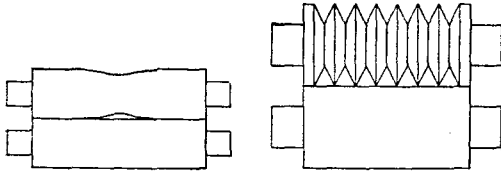


그림 63. 트레드칼렌더 그림 64. 비이드칼렌더

### 7.3 프로우필칼렌더의 實技

#### 【作業目的과 要領】

- 1) 彫刻을 平滑하며 鮮明하게 浮彫하여 뽑아낼 것
- 2) 두께 및 收縮을 均一하게 彫刻하여 뽑아낼 것
- 3) 두꺼운 고무라도 공기가 들지 않도록 할 것
- 4)裏面도 平滑하게 뽑아낼 것
- 5) 가루칠, 冷却後의 表面을 깨끗하게 할 것
- 6) 加黃後에도 浮彫가 變形하지 않을 것

대수롭지 않은 當然한 일이지만 機械 그 自體가 小型이고 單純한 機構이기 때문에 機械的 作業 컨트롤이 介入할 余地가 작고 意外로 어려운 技術이다. 要領으로는 강한 壓力으로 고무에 紋樣을 押印하는 것이 아니고 고무의 柔軟性(可塑性)을 利用하여 틀속에 끌어 들인다. 左右 均等한 힘으로 無理를 하지 않고 自然스럽게 끌어들이는 것이 重要하다. 따라서 熱入률에 의한 고무生地の 可塑性가 決定的 因子라고 하여도 無妨하다. 特別 舊式인 소리드틀型(蒸氣로 加溫할 수 없는 것, 그림 57)인 境遇는 特別 溫度를 높여 줄 必要가 있다.

彫刻의 鮮明과 平滑性은 水 溫度를 올리고 低速回轉하면서 急冷法으로 하면 좋아진다.

두께와 收縮의 一定은 水 通過回數를 늘려주면 即 2가닥 보다는 3가닥, 3가닥 보다는 4가닥 칼렌더로 하면 좋아진다. one pass로 所定 두께로 壓延 紋樣 附着하는 것은 可塑性나 應力分布의 흐름이라는 點들로 하여 아무래도 無理하다. 순서대로 所定의 두께에 이르기까지 畧게 壓延하면서 無理를 補正 均質化하고 最後의 彫刻틀로 浮彫뽑기를 한다.

다만 앞서 달한 바와같이 칼렌더의 通過 畧數가 늘어나면 空氣混入의 機會가 副産物의으로 늘어난다. 特別 신발창 뽑기 칼렌더와 같은 두꺼운 고무인 境遇는 한층 공기들이가 甚해 때문에 紋樣崩壞라고 하는 故障 發生이 일어나기 쉽다. 彫刻틀과 같이 凹凸이 많은 接觸 表面積이 큰 틀은 普通의 平滑틀과는 달라서 氣泡發生度가 促進되기 쉽다. 따라서 이와같은 多段 水式인 境遇에는 異回轉으로 하여 空氣빼기를 하고 또

뱅크를 아주 잘 調節해주시 않으면 안된다. 그런 點에서 舊式 2가닥틀은 彫刻面의 不均—이나 두께의 不均— 등의 缺點은 있으나 空氣들이로는 그리 問題가 일어나지 않는다는 아이러니컬한 面도 있다.

### 7.4 技術的 考察

a. 配合 앞에서도 감간 言及하였으나 고무含量이 많은 境遇에는 彈性回復에 依하여 紋樣이 消滅되기 쉽다. 熱可塑性이 강한 合成고무로 所謂 high loading(高充填) 配合이 신발창 뽑기 作業에는 理想의이고 特別 하이스티렌을 添加한 딱딱한 配合는 하기가 쉽다. 再生고무도 熱退化에 依한 紋樣 崩壞防止를 위하여 잘 使用되나 信用있는 메이커의 製品을 使用하지 않으면 金屬屑의 混入으로 高價한 彫刻틀을 傷하기 쉬우므로 注意하라.

b. 熱入 特別 嚴密한 管理가 必要하며 素練은 勿論, 熟成, 되돌림生地の 混入率, 熱入條件, 물감기 回數, 치수 따위가 一定할 것.

c. 칼렌더 小型의 것 여러 台를 連動式으로 일하고 있는 곳이다. 따라서 그 動力의 實際 稼動 馬力이 반드시 一定하지도 않고 彫刻틀의 回轉數가 一定하게 되기 어려운 것이 實狀이다. 나는 많은 工場에서 신발창뽑기 操作의 不良을 자주 呼訴받았는데 이것을 單獨 驅動式으로 바꿔서 解決한 經驗을 가지고 있다. 生地를 먹이던 갑자기 回轉이 失速하는 馬力 不足도 나쁘다. 물가닥數도 3段 通過의 4가닥 逆L型이 理想의이나 3가닥 2段 通過로도 熱入과 壓延을 注意하면 充分히 일을 치를 수 있다. 實際의으로는 2가닥 물의 1段으로 일하고 있는 곳이 意外로 많으나 이는 合成고무를 使用해 技術的으로 容易해졌기 때문이라고 생각한다.

d. 彫刻틀 彫刻틀과 接觸하는 相對쪽 물의 材質인데 硬度가 너무 들리면 彫刻面의 摩耗度가 甚한 傾向이 있다. 또 熱傳導性이 들리기 때문에 인가 만들어진 고무面이나 強度도 그리 좋지 않다. 彫刻의 깊이와 물지름의 大小關係에는 理論的 考察의 必要가 있으나 이것에 對해서는 거이 文獻다운 것이 눈에 띄지 않는 것이 遺憾이다. 오직 彫刻의 깊이가 커지면 물表面部와 彫刻 底面部에서의 表面速度나 溫度分布에 若干의 差異가 생겨 部分的인 物性變化를 이르게 紋樣崩壞나 其他의 原因이 되는 것이 想像된다. 롤올러가 大型化하면 이 差異는 거이 無視할 程度이나 10in以下의 小型로 올러에서는 實用上 重要한 問題가 된다.

彫刻 紋樣 그 自體의 技術은 特殊한 것이지만 타이 어트레드인 境遇와 같이 고무의 物性, 配合構造, 熱이나 바람이 흐르는 方式을 考察한 치수대로 딱들어 맞



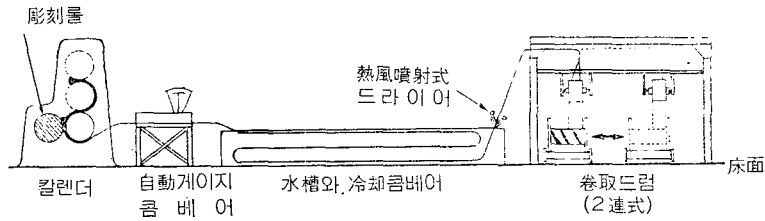


그림 65. 自轉車타이어 트레드 프로우필링裝置(英)

는 加黃 完成이 되는 設計技術의 確立이 必要로 되고 있으나 칼렌더인 境遇는 舊態依然하게 彫刻匠들의 技藝의 域을 벗어나지 못하고 있는 것이 現狀이다. 고무 技術者와의 共同 研究를 希望할 따름이다.

e. 를 溫度와 速度 다른 칼렌더作業과는 달라 그리 嚴格하지 않다. 小型로올러이며 低速 回轉인 境遇는 溫度의 콘트롤이 어려워 無意味하다. (뜨거워지기 쉽고, 식기 쉽다).

普通 60~70°C이고 速度도 9in 지름 로올러에선 10 回轉 程度이다. 問題는 回轉比(다만 3가닥 칼렌더 以上인 경우)뿐으로 처음의 1段을 異回轉(1:1.3)으로 하여 바람을 빼고 2段째를 同回轉으로 하여 조각무늬를 적어내면 된다.

f. 冷却 一般的으로 칼렌더作業에서는 壓延後의 收縮防止, 變形豫防이 苦衷인데 이를 防止하는 方法으로 徐冷(아닐린)이 常法이라는 것은 再三 이야기하였다. 프로우필링을 할때는 平面의 얇은 시이트와는 달라 一般的으로 두꺼운 것이며 뿐만아니라 生命으로 여기는 彫刻紋樣이 表面에 凹凸狀으로 되어있으므로 冷却速度가 均一하게 이루어지기 어렵고 紋樣崩壞(보기를 들면 圓形이 隨圓形이 된다)를 일으키기 쉽다. 따라서 急冷法이라는 非常手段에 依存하는 수가 많다. 그러나 凹部에 고인 水分除去가 아주 까다로와 熱風吹送法으로 乾燥한다. 신발창과 같은 多量處理인 境遇에는 連續的으로 水槽를 通過시켜 充分히 冷却시킨 다음 適當한 길이로 切斷하여 數時間 放置해서 充分히 收縮시키고 나서 바닥 形狀으로 떠내는 方法이 使用되고 있다. 뿐만 아니라 彫刻後의 生地고무는 너무 많이 포개어 貯藏하면 重壓때문에 모처럼의 彫刻을 몽개버릴 危險이 있다.

다음 그림 65는 外國에서의 自轉車타이어 트레드의 프로우필링作業과 冷却裝置인데 參考해 주기 바란다.

以上 斷片的이었으나 생각나는 대로 技術的 포인트라고 생각되는 點을 說明하였다.

型출칼렌더는 種類가 많아 充分한 說明을 하지 못하였으나 내 입버릇같은 「應用 加工技術」로 單純한 손재

주 技術에 多少의 理論을 살볼리며 考察하여 끈기있게 工夫하여 주기 바란다.

### 8. 얇내림作業(薄通, tailing)

얇내림이라고 하면 2가닥 로올러로 하는 것으로 斷定하고 있는 분이 있을지 모르겠으나 實은 칼렌더의 多段를 利用하는 편이 훨씬 能率도 좋고 分散도 完全하며 異物除去라는 利點도 있다.

tailing의 語源인데 tail(꼬리를 단다, 뒤를 따라간다)의 進行形인데 2가닥 로올러의 얇내림과는 달라서 칼렌더인 境遇에는 뱅크가 잘 回轉한다. 이것을 利用하면 異物을 兩끝 또는 末端에 모을 수가 있다. 이 末端(tail)에 移行시키는 操作을 tailing이라고 命名하였다(我流의 解釋이어서 容悚하시오.)

옛날에는 꽤 活用되었던 方法이나 스트레이너 出現以後 감자기 식어졌다. 그뿐만아니라 精度가 높은 칼렌더에는 無理가 걸려 傷處가 생기기 쉬우므로 舊式의 豫備 칼렌더가 눌려져 있는 工場에게만 勸奨드릴 수 있는 方法이다. 所謂 合成고무 基本의 하이로오우딩(高充填)配合이나 스크오치를 일으키기 쉬운 配合이나 分散不良이 어떤 方法으로도 改善되지 않는 混練失敗인 境遇에 이 方法을 勸할 수 있다. 原料고무의 素練用으로도 勿論 有効하게 使用된다.

#### 8.1 테일링의 實技

칼렌더들의 間隙을 꼭잡고 熱入을 充分히 한 混練 고무生地를 通過시키면 固結한 配合劑는 부스러지고 부서지지 않는 部分이나 異物の 粗粒子는 뱅크를 回轉하면서 물의 兩가에 모인다. 이것을 귀따기로 除去한다. 스크오치고무 生地도 初期 病狀이면 이 테일링을 되풀이하여 어느 程度 救해 낼 수도 있다.

두께는 0.3mm以下, 될수록 얇게 뽑아내고 나뉘도록 좁게하여 壓力을 充分히 건다. 크라운도 클수록 좋다. (다만 凹크라운은 困難하다). 롤뱅크가 充分히 回轉하도록 하지 않으면 異物이나 스크오치고무 알갱이 除去를 할 수 없으므로 이 點에 最大의 注意를 하실 것.

藥의 効用書만을 느리놓아도 信用하지 않는 분도 있는 것이므로 2가닥 로울러와 칼렌더의 輾內법에서 混練의 均等性이 얼마만큼 다른가 數字的 데이터를 最後에 보여드리리다. (이 데이터는 混練項에서 論述하였으나 重要하므로 再錄).

試料로 同一 配合고무 한 배치分の 여러 곳에서 抽出한 것의 灰分을 定量하고 그들의 散布範圍를 %로 比較했다(表 22).

即 로울러法에 對하여 칼렌더法이 約 4.4倍의 分散改善을 나타내고 있다.

表 22 混練로울러法과 칼렌더法の 分散散布 (灰分定量法)比較

混練로울러法	53.97~63.60%	9.63%
칼렌더法	57.39~59.58%	2.19%

### 9. 칼렌더作業의 理論

이 章의 처음에 나는 칼렌더作業은 技術이 아니고 藝術(art)이라고 말씀드렸다. 새삼스럽게 理論 따위를 舉論하는 것도 이상한 이야기다. 칼렌더 이야기에 妙하게 力點을 두어 長講義가 되었으나, 써가는 동안에 複雜性이라던가 妙味를 아는 척하는 것보다도 不完全하더라도 理論스러운 綜合技術로 總整理를 하지 않으면 여러분에게 「칼렌더 恐怖症」을 주는 것 같은 느낌이 드렸기 때문이다.

칼렌더作業에 關한 理論研究로 實用上 큰 도움이 될 것 같은 것은 지어없다. 許多한 數學的 理論도 고무를 單純한 粘性物質(뉴톤粘性)로서 모델의으로 取扱한 것 뿐이고 고무는 複雜한 粘彈性 舉動 物質이며 또한 實用配合이되면 많은 가루나 기름이 混合되어 世上에 不可思議한 고무混練物이 되버리는 것이다.

그렇다면 「理論無用」이라고 알고서 뉴톤先生께 등을 돌려서 좋으나 하면 技術的 思考法으로는 理論을 無視할 수는 없다. 理論 그것보다도, 理論 構成方法의 工夫—그것이 現場 技術의 思考法, 行動法에 크게 플러스가 된다는 것을 나는 強調한다. 내 應用技術의 應用다운 淵由이기도 하다.

이같은 効能書를 이야기하여도 바로 理解되지 않는 분도 제실 줄 알므로 試驗問題를 낼터니 어디 自身の 實力의 程度를 試驗해 보아주시오. 6問中 5問까지 解答할 수 있으면 이 理論講義에는 出席하지 않아도 좋다.

#### 9.1 칼렌더作業의 實力試驗 問題

【1 問】 4가닥 칼렌더의 構造를 機構의으로 說明하라.

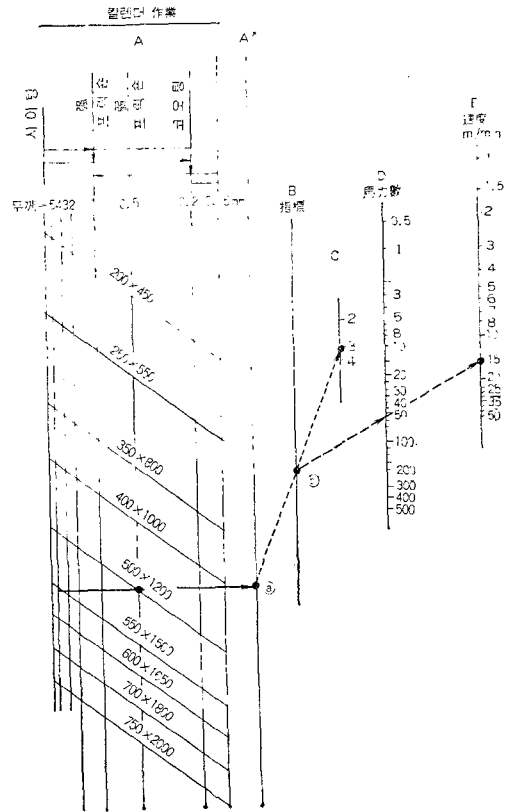


그림 66. 칼렌더作業 所要馬力 計算圖表

- 【2 問】 칼렌더롤에 크라운을 붙이지 않으면 안되는 理由는 무엇인가?
- 【3 問】 칼렌더롤의 初速度를 變更할 必要條件을 드러라.
- 【4 問】 350mm×800mm(14in×32in) 4가닥 칼렌더의 所要馬力을 計算하라. 다만 고무의 시이팅 두께 0.5mm, 速度 10m/min인 境遇.
- 【5 問】 칼렌더 코어링作業에 있어서 送出률에 왜 브레이크를 必要로 하는가?
- 【6 問】 卷取方法을 叙述하라. 特히 送出과 卷取의 速度를 一定하게 하는 機構에 對하여 말하라. (出典 : H. Eichstadt: Kautschuk Maschinen-Kunde(1953) 150페이지에서)

나는 [4 問]以外的 技術 談義는 이미 한 셈이므로 칼렌더의 馬力計算을 이야기 하지 않으면 안되겠다.

#### 9.2 칼렌더의 馬力 計算方法

上記 出典(東獨의 고무機械의 冊)의 152페이지에 그림 66과 같은 모노그래프가 있다. 計算圖表란 매우 便利한 것으로서 理論은 省略하지만 一目瞭然, 칼렌더의

馬力を 알 수 있는 짜임새로 되어 있다. A, B, C, D, E의 縱軸은 各各

- A : 칼렌더 치수와 作業種類, 고무 두께(單位 mm)
- B : 指標軸
- C : 롤의 가닥數
- D : 모터의 馬力數
- E : 롤의 初速度(m/min)

【例題】 500×1200mm의 3가닥 칼렌더로 두께 0.5mm, 初速度 15m/min의 프리손作業을 하는 境遇에 必要한 馬力數를 計算하라.

- 1) A軸에서 프리손作業(弱)의 線을 따라 내려가 500×1200의 交點을 求하여 平行線을 그어 A'線과의 交點 ㉔를 定한다.
- 2) C軸의 3가닥 롤의 3과 ㉔사이의 直線을 그어 指標軸 B와의 交點 ㉕를 定한다.
- 3) 다음에 E軸에 初速度 15m/min를 求하고 이것과 ㉕에 直線을 그어 D軸과의 交點 52를 求한다. 이것이 求하는 馬力數이다.

참으로 散漫하고 어림에 소급 수 같은 모노그래프(計算圖表)方式에 依한 簡便法이다. 理論이라고 말씀드릴만한 것도 못될지 모르나 現場技術에 이같은 初步的인 理論의 推理를 試圖하여 보시오.

前記(4問)을 例題에 따라 해보시오. 大體로 13馬力 即 15馬力の 모터로 充足될 것입니다. 이것에 興味를 느낀 분은 여러분 工場에 있는 칼렌더에 對해서도 馬力數나 롤의 回轉速度가 適當한지 어떤지를 檢討하여 보아주시오.

### 9.3 칼렌더 馬力の 基礎理論

諸君은 모노그래프 따위는 알지못하더라도 칼렌더 所要馬力이라는 것은 롤의 크기나 가닥數와 그 以外에 두께나 速度나 作業別로 顯著하게 變化하는 事實을 알고 계실 줄 안다. 問題는 定性的인 생각을 定量的인 理論으로 어프로우치하는 것이다.

어려운 理論이 아니고 工場에서 누구나 測定할 수 있는 쉬운 實驗을 짜서 「어느 程度 數值的으로 變化하는가」를 아는 것만으로 充分하다. 이 누구에게나 可能한 基礎理論을 把握하면 複雜한 칼렌더 技術이 놀랄만큼 簡單한 技術로 統一된다.

나의 恩人의 한분인 故 波田強一先生의 名著 「ゴム工業」(1931年, 誠文堂, 絶版)에 興味있는 引例가 있어 이를 參考하려고 한다. 近者 虛勢뿐이고 속이 빈 文獻과는 달라서 도움이 될 것이라는 것만은 틀림없이 保證

한다.

#### a. 回轉數와 所要馬力

그림 67을 잘 보아주시오. 空轉할 때의 所要馬力은 勿論 最低이지만, 回轉數(=表面速度)가 增加하면 漸次로 암페어數가 急增한다. 이어서 시이팅고무의 두께는 0.040in(1.01mm)에서 0.015in(0.38mm)로 얇어질수록 動力을 더 必要로 한다. 그러나 回轉數를 빨리하면 그 差가 漸次로 좁혀지고 直線的으로 어느쪽이나 모두 顯著하게 增加한다.

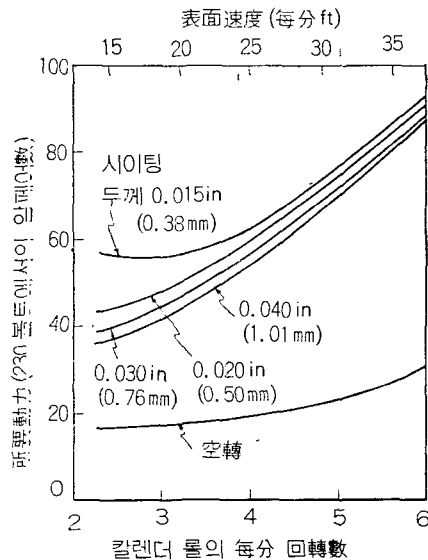


그림 67. 칼렌더의 回轉數와 所要動力

#### b. 고무두께와 所要馬力

『그림 68은 0.015~0.040in의 範圍에서는 고무두께가 增加할수록 所要 암페어數는 漸減한다. 또 롤 回轉數가 늦어질수록 減少傾向이 甚하다.

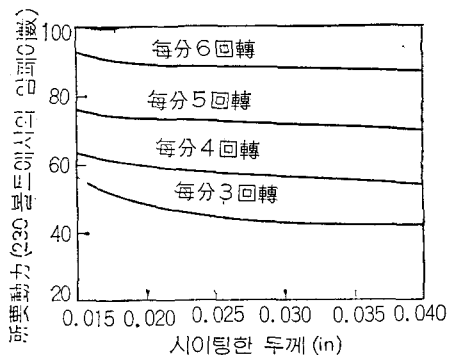


그림 68. 壓延두께와 所要動力

c. 나비(幅)와 所要馬力

그림 69에서 보시는 바와 같이 나비가 넓어질수록 암페어數는 增加하고 速度가 빨라질수록 增加한다.

以上은 조금 칼렌더를 다룬 분에게는 當然하고도 남

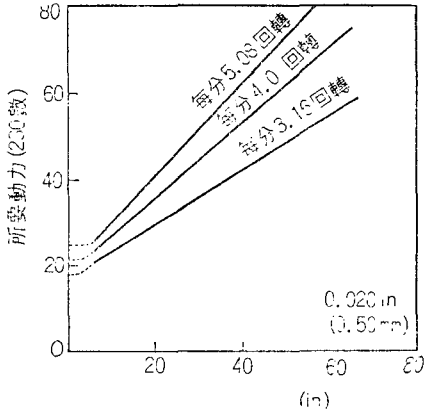


그림 69. 壓延나비의 所要動力

는 모두가 알고 있는 이야기여서 결코 基礎理論이라고 말할 것이 못된다. 그러나 편한 이야기를 數字로 바꾸어 이야기하였을 뿐이나 이 數字의으로 생각못한다는 것이 實은 從來의 고무 加工技術者의 盲點이므로 數學的으로 技術을 생각하는 習慣을 꼭 익혀주기 바라다. 그 證據로는 前述한 모노그래프 亦是 처음에는 무언지 알기 어려운 것이었겠지만 이제 다시 한번 되보아 주시오. 技術의 內容을 거의 알게되고 親密性도 훨씬 느껴졌으리라 생각된다. 그것으로 좋습니다. 그로서 理論의 구실이 充分히 達成된 것입니다.

9.4 롤間隙의 고무舉動과 所要動力

칼렌더란 한말로 말한다면 「롤間隙으로 고무를 강한 回轉壓力으로 세게 밀어붙이는 機械」이다. 이 境遇고무에 얼마만큼의 壓力이 作用하고 고무가 이 壓力을 어떻게 받고, 어떻게 부서져서, 어떻게 다라날려고 하는지를 생각해 보고 싶다.

Naunton: The Applied Science of Rubber의 p.313의 引用이지만 이것만은 칼렌더링 理論의 白眉로 紹介의 價値가 充分하다. 그림 70을 구멍이 뚫어지도록 보아주시오. 칼렌더롤 사이의 고무의 흐름方式, 速度의 變化 即 舉動에 對하여 새롭게 보는 方法이 諸君 머릿속에서 떠오를 것이라고 생각된다. 이제부터의 새로운 칼렌더맨은 이쯤의 理論은 몸에 불히지 않으면 새로운 폴리머를 使用해 내는 것은 不可能하다.

供給고무 두께  $h_1$ 이 롤 中心部에서  $h_0$ 까지 壓縮되나

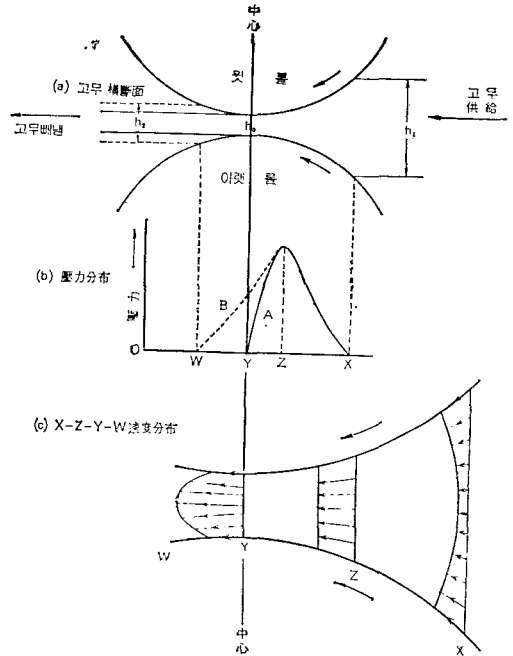


그림 70. 롤間隙의 고무舉動

고무가 받는 壓力은 X부터 Z사이에서 急激히 增加하고 最少 間隙 Y의 若干 앞쪽 即 Z에서 最大值에 達한다는 意外의 事實이 많은 研究로 結論지어져 있다. 뿐만 아니라 Z에서 Y까지는 壓力은 急減한다. 이 壓力의 變化率은 고무의 速度分布에 關係가 있다. 最大 壓力 Z點까지는 롤表面에서 고무의 흐름 速度는 最大가 되고 나비에 대해서는 中央部の 速度가 最小로 되며 兩가일수록 빨라진다(그림에서 좌상표線의 長短이 速度의 大小를 나타낸다). 行進이 X에서 Z로 나감에 따라서 이 速度差는 減少하고, 最大壓力인 Z點에서는 各部의 速度가 같아진다. 뿐만아니라 이點을 通過한 뒤에는 中央部가 兩가쪽보다 빨리 나간다.

이 때 重要的 것은 시이팅한 시이트의 두께의 關係이다. 롤間隙의 最小 間隙  $h_0$ 程度의 極히 얇은 境遇에는 前例와 같이 Y에서 壓力 0까지 低下(그림 70 A 實線) 하나 고무 두께가 커서  $h_2$ 가되는 境遇에는 B點線에 따라 W점에 이르러 壓力 0이 된다. 이와 같이 實際의 시이팅인 境遇는 B인 境遇로 中心部에서 조금 나온 곳인 W點에서 壓力이 0이 된다.

어떻던간에 칼렌더 間隙이라는 좁은 롤사이를 지나 는 고무가 받는 壓力이란 豫想과는 달리 最小間隙의 한발 앞에서 最大值에 達한다. 이 誤差가 말로 눌러부서지는 外壓에 對한 最少限의 抵抗이어서 고무彈性의 存在를 나타내는 證據이기도 하다. 萬若 이 最大值가

Y의 롤接觸 中心部에 存在한다면 이 힘의 作用線은 롤軸을 지나 롤의 回轉으로 사라져 抵抗하는 힘이 생기지 않고 말 것이다. 即 시이팅하는 고무두께로 칼렌더의 所要馬力이 다르다는 것도 고무가 非뉴톤 可塑性物 質이기 때문이며, 萬若에 뉴톤可塑性物이었다면 壓力의 最大點은 Z가 아니고 Y로 옮겨져 두께의 變化에는 所要馬力은 無關係이다라는 理論이 成立할 것이다. 그러나 現實인 問題로서 粘彈性인 고무에 對한 理論의 뒷받침은 아주 困難하다. 따라서 많은 理論式은 뉴톤 可塑性(또는 流體)을 對象으로 計算式이 세워진다.

一 例로서 아르디체빌(Ardichevill: Kaut. u. Gummi, 14, 23 1938)의 關係式만을 紹介한다.

$$F = 2\eta V \cdot R \cdot L(1/h_0 - 1/h_1)$$

여기에서

F: 롤 위에 생기는 全壓力

$\eta$ : 材質의 粘度

V: 롤의 周速

R, L: 롤의 반지름 및 길이

$h_1, h_0$ : 供給할 때의 두께 및 롤 間隙(nip)

最大壓力點에서의 고무두께의 關係式  $h = \frac{4}{3}h_0$ .

勿論 이 式은 實際에는 쓸모 없는 空念佛 理論式이다. 그러나 全然 없는 것보다는 낫다. 이와같이 理論처럼 되지 않는 것이 칼렌더作業이다. 그렇다는 것을 證明하는 일이 우리들에게 주어진 것이다.

例를 들면

1) F는 V에 比例하지 않고  $V^{1/2}$ 에 近似的으로 比例한다.  $\nu$ 는 고무의 剪斷速度 및 힘에 關한 定數로  $\nu > 1$

2) 壓力을 받은 고무는 發熱하고 粘度를 低下시킨다.

3) 壓力을 받은 롤은 屈折를 이르게 間隙  $h_0$ 는 커진다.

내친김에 壓力에 依한 롤 屈撓에 關한 式도 前記 Ardichevill의 文獻에 실려 있으므로 參考로 附記한다

$$y = (q/24EI) (x^4 - 3L^2x^2/2 - 6aLx^2 + 3aL^3/2 + 5L^4/16)$$

여기에서

y: 롤中心에서 x의 位置에 있어서의 휨

q: 롤의 單位 길이마다 받는 壓力(=F/L)

E: 롤材料의 영率

I: 롤斷面의 慣性 모멘트

L: 롤길이

a: 受壓面의 가에서 롤支持點까지의 距離

롤 中央部가 最大 힘(屈撓)을 나타낼 때 即 크라운을 잡는 法으로서는

$$y_{max} = (5qL^4/384EI)(1 + 24a/5L)$$

이같은 어려운 數學式을 느러놓는 것은 처음부터 本

意가 아니다. 우리들 고무技術者中에는 이런 式을 보지만 하여도 두드러기가 皮膚에 생긴다는 친구들이 꽤 많다는 것은 잘 알고 있다. 그러나 外國의 고무技術者中에는 이런 어려운 問題와 씨름하며 물고 늘어지는 사람이 있다는 것만은 이야기 하여야겠다고 생각하여 구태어 이야기하는 바이다. 理解를 못해도 좋다. 이와같은 어려운 칼렌더理論도 있다고 생각하는 것만으로 여러분이 칼렌더作業에 多少 엘리트精神이랄가 자랑같은 것을 느껴서 칼렌더作業에 對한 工夫에 勉勵해 주시오. 새로운 고무技術者는, 理論을 無視한 옛날식 經驗이나 六感에 지나치게 依存하였던 匠人 칼렌더맨에서 技術理論도 驅使할 수 있는 應用 自在의 應用 고무加工技術者가 되주시오.

表 23을 보아주시오. 다만 미리 말해두지만 이것은 고무가 아니고 PVC와 같은 플라스틱 칼렌더作業인 境遇의 것이다. 플라스틱 關係의 技術書에는 이와같은 原因, 失敗 및 對策을 明確히 表示化한 指導가 많다. 이에 反해 고무技術에서는 秘密主義때문인가 原因要素가 많기때문인가 이와같은 明快한 指導文獻을 거의 찾아 볼 수 없는 것이 遺憾이다.

他山之石이긴하나 參考가 되라고 引用하였다. (出典: 水谷著「プラスチック加工技術便覽」日刊工業新聞社發行, P.416). 고무인 境遇에도 特히 合成고무나 비닐블렌드인 境遇에는 應用할 수 있다. 特히 作業員의 不注意나 計器不良이 모든 失敗의 可能性을 示唆하고 있는 點, 고무인 境遇에 꼭 드러맞는다. 計器야말로 「그럴듯한 거짓말을 한다」는 點에 特히 注意하라.

表 23 칼렌더作業 原因 및 失敗一覽表

原 因	失 敗
原料 不 純	異物들이, 핀홀
清掃 不 良	핀홀, 汚染, 色일룩
配 含 失 敗	물면에 粘着, 色變, 分解等
溫度 調整 不良	粘着, 色變, 두께不良, 콜드마크
베 어 링 不 良	두께不良
칼렌더의 振動	두께不良
뱅크 調整 不良	두께不良, 콜드마크, 뱅크마크, 에어마크
引取 機構 不良	두께不良
冷却드럼溫度不良	收縮率大, 水滴附着, 浮彫抹消等
드럼갓터의不良	귀가 고르지 않음
作業員 不 注意	모든 失敗가 일어날 可能性 있는
計 器 不 良	모든 失敗가 일어날 可能性 있는

### 9.5 칼렌더 시이트의 測厚法

얇은 고무두께를 測定하라고 하면 마이크로게이지가

있다면이라고 簡單히 말할지도 모르겠으나, 1分間 30m 쯤의 速度로 나비 2m 쯤의 것이 連續해서 뿜어나오고 있는 칼렌더 앞에서 할 수 있는지 어떤지를 생각해 보시오. 옮겨니, 熟練되면, 달리면서라도 測定할 수 있겠지. 그렇더라도 양가판이고 제일 重要的 한가운데 部分은 어떻게 하겠는가? 途中에서 生地를 잘라내서 져다는 것은 許容되지 않는다.

나는 칼렌더作業의 第一章에서 겨우 0.025mm의 게이지 두께의 錯誤로 自動車 타이어 코오드의 토핑인 境遇 1個年에 3,500萬圓, 即 칼렌더 1臺分の 損益이 決定된다는 것을 이야기하였다. 고무의 두께를 져다는 것은 이만큼 重要的 技術의 意味를 갖는 것인데 別로 도움이 되지 못하는 이치에 닿지도 않는 고무試驗만이 進歩하여 이 重大한 技術이 無視되고 있으므로 조금 이야기할까 한다. 마이크로미터게이지 測厚試驗器의 現在의 決定版(JISK6301-1962)에 따르면 1/100mm까지 測定이 可能하고 許容度는  $\pm 15\%$ , 即 0.50mm인 境遇는 上限과 下限의 散布는  $0.50 \times 0.3 = 0.15\text{mm}$ 이라고 泰然하니 기가 막힐 일이다. 그뿐 아니라 고무라는 놈은 칼렌더링 直後의 무른 살갓은 壓力에 敏感하여 아무래도 손이 누르는 壓力때문에 두께가 낮게 나오기 쉽다. 그러나 冷却後에는 多少 고무의 收縮으로 두께가 增加하여 結局은 이것이 補正되어 “正確한 것 같은” 시이트 두께로 落着되게 되는 것인데 이 같은 微妙한 關係를 터득할 수 있다면 한사람 몫의 칼렌더맨이다. 어쩔던 間에 從來의 휴대용 자와 같은 마이크로미터로는 不正確하며 散布가 크고 또한 點測定이어서 制限된 小部分을 몇번이나 測定할 必要가 있기 때문에 칼렌더作業用으로서의 遺憾이지만 適當한 測厚法이라고는 할 수 없다.

그래서 自動 連續式 測厚法이 登場하게 되는 것이다. 大別하여 다음 5機構로 나눌 수 있다.

- a) 롤法(機械法이라고도 함)
- b) 電氣法
- c) 眞空法
- d) 放射線法
- e) 赤外線法

**a. 롤 法** 칼렌더롤에 감겨붙은 고무층에 接觸摩撻力으로 작은 롤이 回轉한다. 이 작은 롤이 고무층의 變化에 따라 뒤틀다 가라앉았다하는 裝置로 되어 있다. 고무층이 없는 金屬 롤면에 接觸하였을 때(고무두께 0일 때) 롤 心棒에 거는 지릿대의 先端 눈금을 제로 壓力으로 하고 고무두께의 增加에 따른 壓力의 增加를 電氣的으로 增幅하여 준다. (그림 71).

比較的 簡單한 方法이며 英國 던롭社에서 이 法을 採

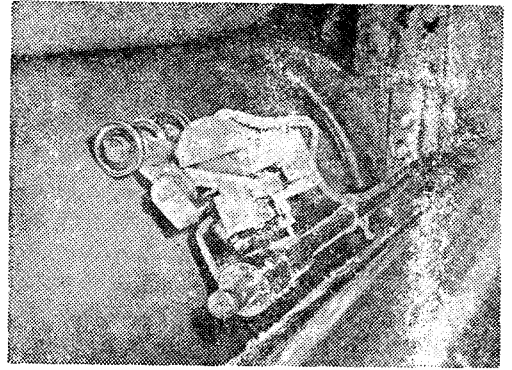


그림 71. 自動連續式 測定器

用하고 있다. 두께의 絶對值을 求한다기 보다는 칼렌더 作業中の 두께 變化調節에 主眼을 두고 있다. 機構的으로 摩耗, 偏心 따위의 無理가 있어 널리 普及되지 않는다.

**b. 電氣法** 누구나 생각할만한 理論的으로는 興味가 있는 方法이며, 우리나라에서도 東北大學 등에서 武井先生이 研究하고 K고무나 F고무에서도 實驗되었으나 그다지 効果는 없었다. 그것은 고무인 境遇 配合이 다르면 誘電率이 變化하고 含水量 等の 影響도 거들어서 實用化되지 않은 것 같다. 外國에도

- 1) 電氣抵抗을 利用하는 켈브리치썬스피어法
- 2) 電磁性을 利用하는 세스터法
- 3) 電氣容量을 利用하는 페리그래프法

등이 發表되어 있다. 우리나라에서도 一時 有名하였던 코스(Kosth)法도 2)에 屬하며 고무두께를 磁氣的으로 測定하는 方法인데 特徵으로서는 다른 電氣的 測定法과는 달라서 配合의 變化나 水分에 依한 誤差는 없다고 한다. 測定 精度는 0.001mm까지 可能하며 許容度는  $\pm 0.05\text{mm}$ 이라고 카탈로그에 써어져 있다.

**c. 眞空法** 一種의 機械法인데 고무두께의 變化를 氣體 膨脹變化로 擴大하는 메렉스法이 그것이다. 다만 遺憾인 것은 칼렌더作業과 같은 高溫를 作業인 境遇에는 溫度에 지나치게 敏感한 氣體容積의 變化 追跡이 至難하다.

**d. 放射線法** 最近 話題의 中心인 [ $\beta$ 線 두께計]가 그것으로 投射法(transmission gauge)과 反射法(back scatter gauge)이 있다.

投射法은  $\beta$ 線이 고무를 通過할 때에 吸收되는 量이 어떤 比率로 두께(d)에 關係하는( $I = I_0 e^{-\mu d}$ ) 性質을 利用한 것으로 그림 72로 잘 觀察하여 주기 바란다.

反射法은  $\beta$ 線이 고무를 通過하여 反射되는 量을 이온室(ionization chamber)에서 포착하는 方法이다. 理論은 本講座의 目的이 아니므로 省略하나, 이것 또한

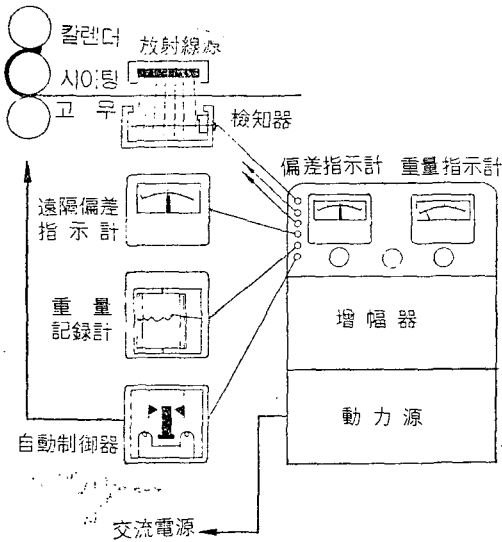


그림 72. 投射法 β線測厚器의 機構配線圖

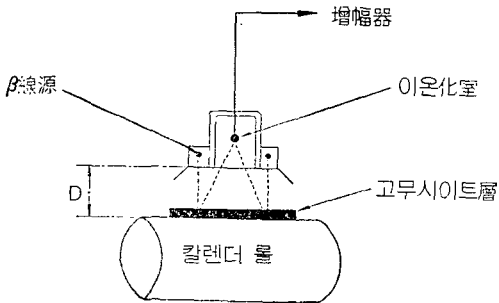


그림 73. 反射法 β線測厚器의 機構

그림 73을 보아주시면 서투른 說明보다 理解하실 줄 한다.

다만 結論을 말하면 前者는 칼렌더롤에서 떨어져나 온 고무시이트를 測厚하는데 비해 後者는 롤에 감겨붙 은 狀態에서의 고무두께를 測定하므로 目的에 따라 區別하여 使用하여야 한다. 미리 알리지만 β線的 通過는 被照射物의 重量에 比例하므로 測厚는 配合比重에 따라 換算할 必要가 있다.

所謂 β계이지는 現在 많은 고무工場에서 實用되고 있다. 사삼손에 달린 마이크로미터계이지에 比較하여 精度가 훨씬 높아 0.0025mm의 차이도 容易하게 檢出 된다. 또한 連續的인 自動記錄에 依하여 品質管理의 參考 데이터가되기도 하고 比較的 未熟한 作業者라도 完全한 고무시이트를 뽑을 수 있다.

e. 赤外線法 最新技術이며 보이지 않는 光線의 直線

指向性을 利用한 方法인데 外國에서 採用되어 가고 있다. 롤위에 있는 고무두께 測定에 效果가 있어 릴레이 식으로 고무롤의 上下 微動에 自動的으로 作動되는데 까지 進歩되어 있다고 한다. 參考로 말해준다.

내 實驗인데 顯微鏡 試料고무와 같은 아주 얇은 두께 (微厚)를 測定하는 境遇, 普通의 마이크로미터로는 壓力때문에 誤差가 생기므로 X線回折圖의 나비를 測定하는 光學的 마이크로콤파이더(比較測微器)를 使用 하여 正確한 測定이 可能하였던 經驗을 가지고 있다. 非接觸測定法으로서는 光線의 利用이 뜻밖에 簡便하여 今後 늘어날 것이라고 생각한다.

격이도 없이 이야기가 高級으로 脫線했으나 칼렌더 그 自體가 제멋대로 進歩하는 反面에 現場技術의 으로는 生命이라고 하는 測厚技術이 舊態依然한 狀態에 있는 點에 不滿이 있었기 때문에 구지 附記하였다.

### 9.6 고무두께 測定 餘談

a. 0.1mm이하의 특히 얇은 고무시이트인 境遇는 고무表面에 먼지 하나가 얹혀 있어도 달라진다. 熱에 依 한 變化, 마이크로게이지의 壓力에 依한 고무의 伸張, 줄음도 모두 影響을 미친다. 5點 測定法의 最低값을 두께로 한다.

b. 고무두께에서 塗布고무를 計算하는 方法인데, 比重 1.0일 때 0.1mm두께의 고무라면 1m<sup>2</sup>은 100g에 相當한다. 比重 1.5의 고무에서는 100gr×1.5=150g이다 (比重 n일 때 100gr×n하면 된다).

그리고 고무토펅 以前의 基布 重量을 測定하여 고무 塗布後의 總重量에서 基布의 重量을 빼내고 塗布고무 의 무게를 計算하여도 좋다.

### c. 고무測厚法의 一例

콤파이더法(光學的, 倍率×38)

0.664±0.003mm

마이크로게이지法(機械的)

0.64±0.01mm

即 普通의 마이크로게이지法(JIS K6301)은 非接觸法 의 콤파이더法과 比較하여 壓力때문에 實地 두께보 다 若干얇게 나오며 精度(散布)도 좋지 않다는 것이 明白하다. (現場에서는 그래도 充分하나 研究用으로는 疑問이다).

그리고 現場에서의 두께 表現法인데 1/100 單位로 1.00mm를 100番, 0.50mm를 50番이라고 부르는 方法 이 慣習化되어 있는 것은 明確하고 알기 쉽다.

(第7講完).