<技 術 編>

型物成形機와 成形方法

株 式 會 社 松 田 製 作 所

丹羽 三樹弥 · 富樫 一夫

1. 序

1973年에 發端한 石油쇽크 以後 世界的인 石油系物資의 物品不足 및 顯著한 物價의 高등과 함께 日本의 産業界는 一種의 파닉크狀態로 陷入했다. 또 한便에서는 經濟의 高度成長時代의 副産物인 環境汚染問題의 擡頭 및 安全性등에의 技術革新도 要求되어 産業界는 低迷期에 突入한 感이 있었다.

周知하는 바와 같이 日本의 産業은 自動車産業, 弱電氣産業에 依存하고 있다고 할 수 있으나 고무業界도 이 例에서 안 빠져서 고무의 全體의 消費量의 半數以上이 타이어 튜우브 等으로써 自動車産業에서 消費되고 있다.

石油쇽크以後의 고무工業의 推移를 보면[1]新 고무의 消費量은 年年低下하고 있으며 今年度도 昨年보다 0.3% 적은 86萬4千屯으로 豫想되고 있다. 然이나 自動車의 排가스 規制로 代表되는 新技術의 開發 및 世界各國의 經濟安定政策이 奏效한 結果일테지만 最近에는 日本의 輸出은 好況으로되어 産業界도 石油쇽크以後의 惡夢과 같은 低迷期로부터 脫出한 感이있다. 고무業界에 있어서도 用途別로 보아서 今年度는 昨年度에 比하여서 工業用品이 2.6%, 고무 引布가 6.6%, 醫療用品이 6.2%의 增加가 豫見되고 있으며 今後도 飛躍的인 需要의 增加는 豫見안되어도 安定된 成長은 期待되고 있다.

고무의 成型加工中에서 型物成形, 即 金型을 使用해서 成形하는 分野가 占하는 比率은 크며 그 發展의 歷史를 보면 프라스틱의 그것과 全然 같다고 하며 壓縮成形에서 始作되어서 트란스파아 成形, 射出成形으로 生産性의 向上과 自動化, 省力化로 連結되는 加工方法으로 徐徐히 移行하고 있다고 할 수 있다. 다음으로 이들의 型物成形機械 및 成形加工法에 對해서 記述한다.

2. 壓縮成形機와 壓縮成形法

2.1 壓縮成形機의 種類

壓縮成形機는 型物成形機中에서 가장 오랜 옛날부터 使用되고 있으며 오늘날에 있어서 가장 넓게 使用되고있다고 할 수 있겠다. 壓縮成形機에는 單動式, 複動式, 스라이드式, 로오타리이式, 連立式등이 있다.

2.1.1 單動式 壓縮成形機

單動式은 型죄는 시린더어의 加壓方向에만 油壓을 보내며 고무를 그 힘으로 壓縮成形하는 機械이다.

型엶(開)은 圖 1의 프레스上部의 후라이 휠을 回轉함으로써 行하는 機械一油壓式의 것과 型죄는 람 및 金型의 自重에 依해서 型을여(開)는 機械가 있으며 歷史的

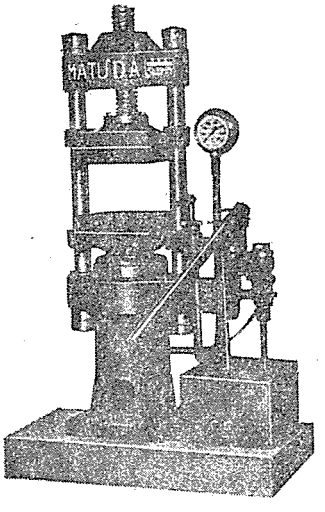


圖 1 핸드프레스

으로 보면 前者는 고무에 限하지 않고 成形業界의 發展의 基礎가 된 先驅的인 機械이며 操作은 사람에게 依하지 않을 수 없었다. 如斯한 機械로부터 一步前進한 것이 後者의 機械이며 적어도 型閉→加硫→型開(開)에 이르기까지는 사람에게 依存하지 않더라도 좋은 機械로 되었다.

單動式 壓縮成形機는 成形後 金型을 열 만한 힘이 없기 때문에 作業者가 金型을 프레스로부터 引出하고 解體해서 成形品을 끄집어내든지 材料를 充塡하지 않으면 안된다.

따라서 金型은 比較的 작은 것이 아니면 作業性이 나쁘므로 此種의 機械로서는 型죄는힘이 26~37屯 程度의 것이 많다.

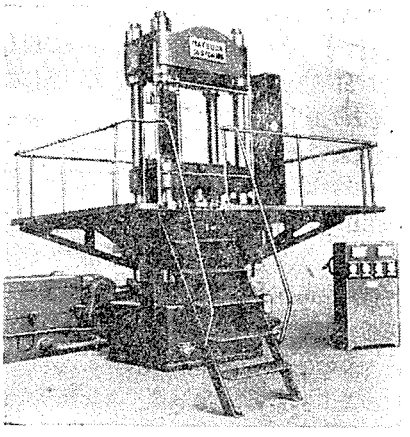


圖 2 複動式 壓縮成形機

2.1.2 複動式 壓縮成形機

圖 2는 複動式 壓縮成形機이며 加壓方向 뿐 아니라 型여는 方向에도 壓油를 보낼 수가 있으므로 金型은 機械에 固定된 狀態로 成形加工이 된다. 型閉裝置에는 부우스타아 機構가 採用되게끔 되어 型죄는 速度의 高速化가 이룩 되었다. 또한 成形品의 自動突出裝置도갖 추어지게 되어 高速型閉→加硫→型開→成形品突出의 工程이 自動化에 依해서 作業性, 生産性이 한층 더 向上했다.

突出장치에는 기계式의 것과 油壓式의 2種類가 있다. 成形品의 突出力이 너무 強하다든가, 突出速度가 너무 빠르든가 하면 製品에 상처가 생기든가 破損한다든가 하는 경우가 있다. 따라서 突出壓力과 速度는 無段階로 調整될 것이 바람직하며 型開을 利用한 기계식의 장치보다 獨立한 油壓시린더로 突出하는 油壓式의 장치가 널리 使用되게끔 되었다.

2.1.3 스라이드式 壓縮成形機

인서어트가 있는 成形에 있어서는 金具를 金型에 挿入하는 作業이 있으며 이에 要하는 時間이 生産性에 끼치는 영향을 무시할 수는 없다.

인서어트數가 많은 것에서는 1사이클의 30~40%의 時間을 必要로 할 경우가 있으며 生産性은 極度로 저하한다. 이러한 인서어트 成形의 專用機로써 開發된 것이 스라이드式 壓縮成形機이다. 이 기계는 型죄는 시린더어가 기계의 上部에 位置하고 있다.

所謂 下押型이며 벳트에는 金型 스라이드 裝置가 있어서 그 위에 두個의 金型이 裝着되어 左右交互로 스라이드되는 機械이다. (圖 16에 있어서 射出장치가 없는 타잎이다.) 따라서 한쪽의 金型으로 成形中에 딴쪽의 金型으로부터의 成形品의 끄집어 냄 또는 인서어트 作業을 完了할 수가 있기 때문에 生産性은 普通의 成形과 거의 不變이다. 要컨데 인서어트 成形의 專用機이다.

2.1.4 로오타리이式 壓縮成形機

周知하는 바와 같이 고무의 加硫時間은 比較的 길며 1사이클에 要하는 時間이 짧을때에도 數分을 要하며 긴 것으로서는 數 10分을 要하는 경우가 있다.

따라서 고무의 型物 成形加工에 있어서의 生産性은 決코 좋다고는 할수 없다. 故로 고무의 壓縮成形에서는 數臺의 기계를 1名의 作業者가 取扱하는 것과 같은 方法으로 量産體制가 이룩되어 있다. 이 數臺의 壓縮成形機를 콘팩트하게 圓形 테이블上에 排列하여 하나의 動力유닛트로 運轉되게끔 만들어져 있는 기계가 로오타리이式 壓縮 成形機이다

로오타리이式 壓縮成形機는 圓形테이블上에 前述한 單動式 或은 複動式 壓縮成形機를 配置한 기계(圖 3) 또는 테이블에 數대의 型죄는 裝置를하고 있는 기계이지만 테이블은 一定時間마다 間歇的으로 回轉하여 所定의 位置에 오면 金型이 열려서 成形品을 끄집어낸다고 하는 기능을 가진 기계이다. 따라서 加硫時間이 크게 相異하는 成形品을 成形하는데는 問題가 있어서 事

圖 3 로오타리이式 壓縮成形機

實上 不可能이다. 로오타리이式은 成形品 끄집어내기, 或은 材料挿入 스테이지가 決定되어 버리기 때문에 作業者는 場所를 移動하지 않고서도 常時 同一位置에서 作業이 可能하다고 하는 것도 하나의 特徵이며 또 一步前進하여서 이들의 스테이지가 決定되어 있다고 하는 것은 成形品을 끄집어내는 裝置 或은 材料의 挿入裝置를 設備함으로써 完全自動化할 수도 있다는 것이다.

回轉 테이블上에 큰 出力의 型죄는 裝置를 排列하는 일은 技術的으로도 코스트的으로도 問題가 있으므로 普通 37~75 噸程度의 機種이 많다.

따라서 中小物製品의 量産機로서 널리 使用되고 있다.

2.1.5 聯立式 壓縮成形機

로오타리이式은 複數의 壓縮成形機가 圓形狀으로 排列되어 있는데 對해 一列로 排列되어 있는 기계를 聯立式이라고 한다.

이 경우 作業者는 各스테이지로 移動해서 作業을 하지 않으면 안되나 로오타리이式처럼 一定時間마다 스테이지가 移動하는 일은 없으므로 極度로 加硫時間이 相異하는 製品의 成形도 可能이다. 따라서 多種少量生産用의 기계라고 할 수 있겠다.

2.2 壓縮成形과 成形機의 必要機能

壓縮成形은 成形品重量에 맷치한 未加硫 고무를 加熱된 金型內에 挿入하고 加壓, 加硫해서 成形加工하는 方法이다.

簡單한 것 같으나 不良率을 적게하고 良品을 얻는데는 기계, 金型, 周邊 機器등에 對해서 充分 考慮되지 않으면 안된다.

2.2.1 金型 溫度의 熱管理

고무成型에 있어서의 金型溫度는 普通 160~180°C이나 溫度가 10°C相異하면 加硫時間이 1/2로 된다고 일컬어지고 있는 것처럼 成形品의 加硫狀態의 良否는 金型溫度에 크게 左右된다. 따라서 金型의 熱管理에는 充分 注意하지 않으면 안된다.

單動프레스에서의 成形의 경우에는 作業者가 金型을 引出하여 解體하기 때문에 作業이 容易하나 金型에는 加熱裝置가 없으며 金型은 기계에 장착되어 있는 熱板에 依해서 加熱된다. 따라서 金型引出→ 解體→ 成品 끄집어냄→ 掃除→ 材料投入이라고 하는 工程에선 金型은 放熱하고 溫度가 降下해버리므로 作業은 재빨리 行하지 않으면 안된다. 普通 고무의 壓縮成形에선 熱板으로 金型을 加熱하는 경우가 많으나 熱板溫度와 金型캬비티이 部의 溫度에는 溫度差가 生기므로 체크해둘 必要가 있다. 加熱方法에는 蒸氣, 電熱, 高溫油를 使用하는 三種類의 方法이있다.

a. 蒸氣加熱 水蒸氣로 加熱하는 方法이다. 溫度分布의 面으로서는 理想的이나 設備, 運轉費가 높으며 單只 金型加熱의 目的에만 使用하는 것은 코스트的으로 不利하다. 또 休暇등으로해서 보일러어의 運轉을 一時停止하는 일이 있으면 다음에 生産에 드러갈때에 金型이 設定溫度에 達할때까지에 相當한 時間을 要하고 또 다시 長時間 使用하면 熱板이 腐蝕되어 蒸氣漏洩을 일으키는등의 缺點이있다.

b. 電熱加熱 熱板 또는 金型에 히이타를 挿入하여 加熱하는 方法으로써 가장 簡便한 方法이다. 그러나 溫度分布로써는 誤差가 생기기 쉬우므로 溫度檢出位置, 발란스가 取해진 回路設計, 히이타의 配置등 設計時點에서 充分 考慮하면 誤差는 ±2°C 以內로 抑制할 수가 있다.

c. 高溫油加熱 히이타를 內部에 裝備한 加熱器로 媒體油를 加熱, 一定溫度로 維持, 이 高溫油를 熱板 或은 金型에 強制 循環시키는 方法이다.

蒸氣加熱法과 同樣으로 溫度分布의 面에서는 理想的이나 送油量이 적은 경우에는 被加熱體를 흐르는 사이에 熱이 흡수되어 流入側과 流出側에 溫度差가 發生하게 되므로 示方의 決定에는 愼重한 配慮가 必要하다. 또 油는 常時高溫으로 使用되기 때문에 劣化하므로 使用油의 物性의 調査를 잊어서는 안된다.

2.2.2 機械의 必要機能과 性能

壓縮成形機는 적어도 下記의 項目이 滿足되어 있는 것과 같은 械機가 아니면 안된다.

a. 平行度 치수 程度의 重要한 部品인 多數個 除去, 成形 或은 물어서 끊는 것이 있는 金型에서의 成形에 있어서는 械機의 金型장치面의 平行度는 絶對로 無視할 수는 없다. 또 金型의 壽命에도 영향하는 要素이다

平行度는 JIS에도 規定[2] 되어 있는 것처럼 1級 및 2級의 等級의 區別이 있다.

b. 가스를 빼는(拔) 動作 고무는 加硫時에 가스를 發生한다. 또 成形前의 캬비티內에 있었든 공기가 殘留하고 있으면 加硫中에 이들의 가스 或은 空氣는 斷熱變化를 해서 가스가 타는 原因으로 되어 不良品을 내게 된다. 그 때문에 加硫中에 이들의 가스, 공기를 脫氣할 必要가 있다. 機械的으로는 加硫進行中에 加壓力을 解放하든가 (型을 죄고 壓拔하는 動作), 強制的으로 金型을 열어서 캬비티內의 脫氣를 하는(가스拔 動作) 動作이 되는 기계일 것이 바람직 하다.

c. 壓力保持機의 信賴性 고무의 型物成形에서는 加硫가 終了할 때까지 高壓으로 金型을 閉鎖해서 있지 않으면 안된다. 그런데 加硫時間이 긴 경우에는 加硫時間中 高壓油를 型죄는 시린더어에 送油해서 型을 죄

는 힘을 保持함은 여러가지 점에서 得策이 아니다. 壓力保持瓣은 한번 所定値에 達하면 펌프로부터의 送油가 停止해도 壓力을 保持하는 기능을 가진 油壓制御瓣이다. 이 壓力保持瓣에 故障이 생기면 加硫中에 金型이 열려버리든가 材料가 充分히 壓縮되지 않는다고 하는 現象이 生겨 成形不可能으로 된다.

d. 安全性 壓縮成形의 完全自動化는 技術的으로 宏壯히 困難한 問題가 많으며 그 때문에 作業者가 常時機械를 操作하게 되므로 漏電에 依한 感電事故, 人身事故가 不發生하는 것과 같은 安全對策이 되어 있지 않으면 안된다.

2.2.3 金 型

金型의 良否는 生産性, 成形品의 마무리, 後處理工程에 크게 영향함은 勿論이다. 金型의 硏磨, 加熱時의 温度分布, 脫氣對策등, 金型 設計時點에서 注意함으로써 避할 수 있는 트러불이 比較的 많으므로 充分한 配慮가 必要하다.

2.2.4 周邊機器

周邊機器의 代表的인 것을 列擧하면 前處理裝置와 마무리 裝置가 있다.

a. 前處理裝置 壓縮成形에서는 成形品重量에 걸맞는 未加硫 고무를 帶狀 또는 圓筒上에 切斷하여 金型에 挿入해서 成形한다. 如斯히 所定의 形狀, 重量에 材料를 計量하는 장치가 前處理裝置라고 呼稱되고 있다.

計量이 적으면 製品이 되지 않으며 反對로 過多하면 식출이 두텁게 되어서 치수精度, 뒷마무리에 問題를 남기게 된다. 따라서 計量精度가 重要한 포인트로 되어 있으나 適正한 計量이 行해지면 省資源化라고 하는 面으로부터 볼때 가장 理想的이라고 할 수 있겠다.

b. 마무리 裝置 成形方法으로서 多數個 除去 당함이 通例이며 成形後는 製品同志가 식출로 連結되어 있을 경우가 많다. 고무는 加硫하면 彈性體로 되기 때문에 그 때문에 마무리가 큰 일이다. 對策으로서 金型에 식출의 "물어서 끊는것"을 장착하든가 판치아웃트장치등이 使用되고 있으나 生産性에 영향하는 要素이므로 成形品形狀, 成形方法등을 고려하여서 適切한 마무리 方法이 採用되지 않으면 안된다.

2.2.5 成形品과 壓縮成形機의 選定

壓縮成形加工法에선 生産性이 좋다고는 할수 없으므로 多數個 除去됨이 普通이다. 고무製品은 使用目的에 따라서 硬度, 外觀, 치수精度의 어느것인가를 要求當하는 경우가 많은 것 같으므로 目的에 따라서 機械의 能力에 맞는 除去數를 決定해야 할 것이다.

흔히 發見되는 일이지만 材料가 무엇이든 機械의 盤面전체와 같은 크기의 金型으로 除去되는 만큼 除去하려고 하는 成形方法은 어딘가 잘못되어 있는 것은 아닐까. 또 壓縮成形機는 盤面이 크면 클수록 좋다고 하는 것도 늘 듣고 있으나 型쳐는 힘, 材料의 硬度, 製品의 使用目的, 除去數에 關해서의 基礎技術이 全然 無視되고 있는 것처럼 느껴진다. 점점 品質이 좋은 製品이 要求되게끔 되어 있는 現在, 過去의 方法이 適正한가, 不然한가에 對하여 다시 한 番 出發點으로 되돌아가서 再檢討할 것이 壓縮成形의 重要한 問題點이라고 생각된다.

3. 트란스파아 成形機와 트란스파아 成形方法

壓縮成形方法에 있어서는 成形前의 材料의 前處理工程이 必要하며 또한 1사이클마다에 前處理된 材料로 金型에 挿入하지 않으면 안된다. 또한 고무는 熱傳導性이 大端히 나쁘기 때문에 室温과 大差가 없는 材料를 高温 金型으로 壓縮했다고 해서 即刻 加硫가 全體的으로 進行할 것은 아니고 材料內部에의 熱傳達과 함께 加硫가 促進된다. 壓縮成形에서의 生産性이 나쁘다고 일컬어지는 것은 上述한바와 같은 要因에 依하는것이 主이지만 또한 사람에게 依存하지 않을 수 없을 경우도 있을 것이다.

作業環境이 極度로 나쁜 條件속에서 如斯한 作業을 要求하는 것이 無理라고 하는 것일 것이다. 如斯한 惡條件을 改善하여 보다 生産性을 向上하게끔 연구된 것이 트란스파아 成形機에 依한 成形方法이다.

3.1 트란스파아 成形機

圖 4는 트란스파아 成形機이며 複動式 壓縮成形機를 上押 型쳐는 裝置로 하는 固定盤上部에 下押移送(트란스파아) 프란져어가 設置되어 있는 기계이다.

3.2 트란스파아 成形方法

圖 5처럼 金型의 固定型의 中央에 材料를 投入하는 챰바아를 設置해 두고 型을쳔後 챰바아內에 材料를 投入한다. 다음으로 上部로부터 프란져어가 下降, 加壓하여 材料를 金型캬비티內에 注入하는 方法이다.

트란스파아 成形은 壓縮成形과 同樣으로 材料의 前處理裝置가 必要케되나 큰 差違는 加壓된 材料는 란나아, 게이트를 通過함으로써 摩擦發熱하며 高温에 熱해진 狀態로 캬비티에 充塡된다. 따라서 壓縮成形에 比較하면 加硫時間은 1/2~1/3로서 끝이며 훨씬 生産性이 있다.

또 後述하는 射出成形과 同樣으로 閉鎖된 金型內에

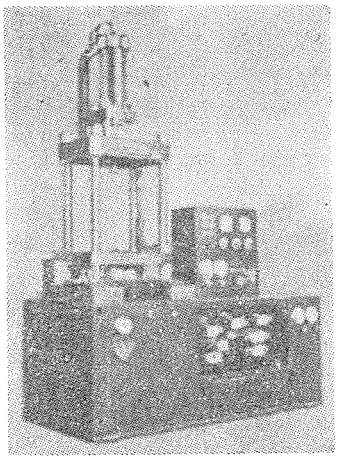


圖 4 트란스파아 成形機

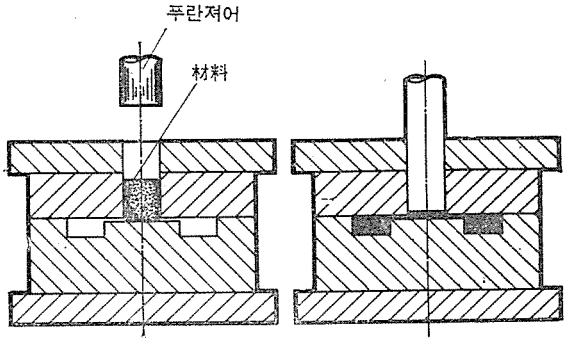


圖 5 트란스파아 成形方法

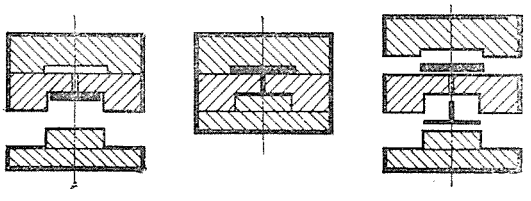


圖 6 壓縮成形機를 利用한 트란스파아 成形方法

材料를 充塡하는 方法이므로 식출도 적고 成形後의 뒷處理도 容易하다.

圖 6은 壓縮成形機를 利用한 트란스파아 成形이다. 金型構造가 複雜하게 되는데 上記와 같은 理由로 生産性은 上昇한다. 其他 成形上 注意해야 할點, 金型製作上의 注意등 壓縮成形에는 없는 別個의 技術이 要求되나 이들에 對해서는 다음에 記述하는 射出成形과 重複하므로 省略한다.

4. 射出成形機와 射出成形 方法

PE, PP로 代表되는 熱可塑性樹脂의 射出成形은 가장 效率이 좋은 成形法으로서 相當히 옛날부터 實用化되어 있다.

그러나 고무를 포함해서 熱硬化性樹脂는 材料를 加熱加壓했을때의 흐름이나 時間과 함께 硬化 또는 스코오치 해버린다고 하는 問題로 좀체로 實用化되지 않고 사이클타임이 긴 壓縮成形法 或은 트란스파아 成形 方法에 依存하고 있었다. 고무, 熱硬化性 수지用 射出成形機의 開發의 歷史를 보면 트란스파아 成形機로부터 進一步해서 프란져어式 射出成形機가 開發되어 1960年頃까지 最先段을가는 것으로써 널리 使用되어 왔다.

1963~1964年이 되어서 現在와 같은 인라인式의 熱硬化性 수지用 射出 成形機가 市場에 나오게 끔 되어 主로 페놀樹脂가 成形加工되어 있었으나 徐徐히 고무의 成形加工에도 使用이 되어 數年前부터 急激한 세력으로 고무 成形業界에서 使用되게끔 된 感이 있다.

射出成形方法은 強力한 힘으로 閉鎖되고 있는 金型에 스크류우로 미리 必要量만큼 可塑化(겔化) 計量된 材料를 強力한 힘으로 눌여서 (射出) 成形하는 方法이다.

型죄는 裝置는 複動式 壓縮成形機와 同一하나 射出裝置는 스크류우의 回轉에 依해서 材料를 豫熱, 겔化함과 同時에 一回의 成形에 必要한 量을 自動的으로 計量한다. 이때의 材料는 이미 90~120°C까지에 豫熱되어 있으며 또한 射出하면 스풀, 란나아, 게이트를 通過해서 캬비티에 充塡될때에는 다시 高溫으로 되어 있으며 壓縮成形에 比較하면 加硫時間은 훨씬 단축되는 셈이다.

射出成形의 成形 사이클 및 勞力을 壓縮成形의 그것들에 比較하면 前者로 1/3~1/5, 後者로 1/10~1/12이라고 일컫어지고 있는 바와같이 作業者의 重勞動으로 부터의 解放, 省力化, 量産化에 連結되어 있는 것은 의심할 餘地가 없는 事實이다.

4.1 고무用 射出成形機의 構成

고무用 射出成形機라 하드라도 構造的으로는 熱可塑性 수지用의 것과 大差는 없으며 型죄는裝置, 射出장치, 材料供給장치, 油壓구동장치, 전기制御장치로부터 구성되어 있다.

4.1.1 型죄는裝置

型죄는 方式에는 트굴式과 油壓에 依한 直壓式(圖 7)이 있다. 트굴式은 기계적 구조에 依해서 작은 入力을 擴大해서 큰 出力(型 죄는 힘)에로 變換하는 型죄는 장치이다. 이 장치의 장점은 구조가 간단하며 복잡한 動作制御도 不必要하며 消費動力도 적다고하는 점에 있다. 그러나 缺點으로서는 金型을 交換한 경우 그 때마다 型두께 調整을 行하지 않으면 안되는 것이다. 特히 고무의 射出成形에선 金型을 160~200C°로 加熱하기 위해 그 熱에 依해서 타이버어가 팽창해버림으로써 型두께

調整은 金型이 設定温度에 達해서부터 行하지 않으면 안된다. 또 한번 조정을 行해도 金型温度를 극도로 갈았을 경우에는 재조정의 필요도 있다. 기타 트굴 機構의 生命인 트굴핀과 트굴붓슈에 탄곳이 생긴다든가 마모가 심하면 型쥐는 장치의 수명이 단축해 버린다. 한便 直壓式은 油壓시린더어로 直接 型쥠을 行하는 것으로써 부우스타아에 依해서 高速型쥠을 행하고 金型閉鎖 寸前에서 低速, 低壓, 型쥠을 行해서 金型閉鎖後 메인시린더어에 高壓油를 보내서 所定의 型쥐는 힘으로 金型을 閉鎖해 두는 構造의 것이다. 上記한 바와 같은 이유로부터 고무用 射出成形機의 型쥐는 장치에는 現在의 日本의 生産롯트數로 부터 보아도 金型交換의 頻度 및 型두께 調整의 作業을 고려하면 트굴式보다도 直壓式의 쪽이 適合하다고 생각된다.

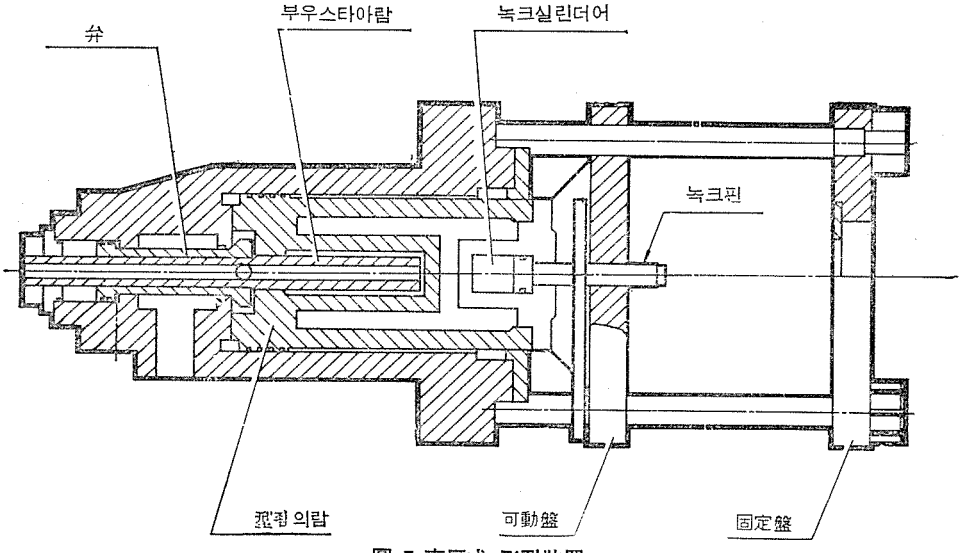


圖 7 直壓式 形쥠裝置

4.1.2 射出裝置

圖 8은 一般的인 스크류우 인라인式 고무用 射出장치의 구조 斷面圖이다. 구조 및 기능은 열가소성用과 같으며 材料의 可소化(젤化)計量, 射出이라고 하는 三大役割을 수행하고 있다.

a. 材料의 可塑化 시린더어는 普通 温水 또는 加熱油에依해서 温度制御되어 加熱과 同時에 材料가 異常發熱했을 경우의 迅速한 熱흡수를 해서 射出前의 材料의 스코오치를 防止하고 適切한 온도로 保持하고 있다. 스크류우는 油壓모오터에依해서 驅動 (回轉) 되어 (以前은 電動機도 使用되고 있었으나 最近에는 거의 不使用이다) 材料는 스크류우의 回轉에 依해서 前方에 강제 이송된다. 이 과정에서 材料는 시린다아로 부터의 熱과 스크류우의 回轉마찰에 依해서 加熱되어 可소화된다.

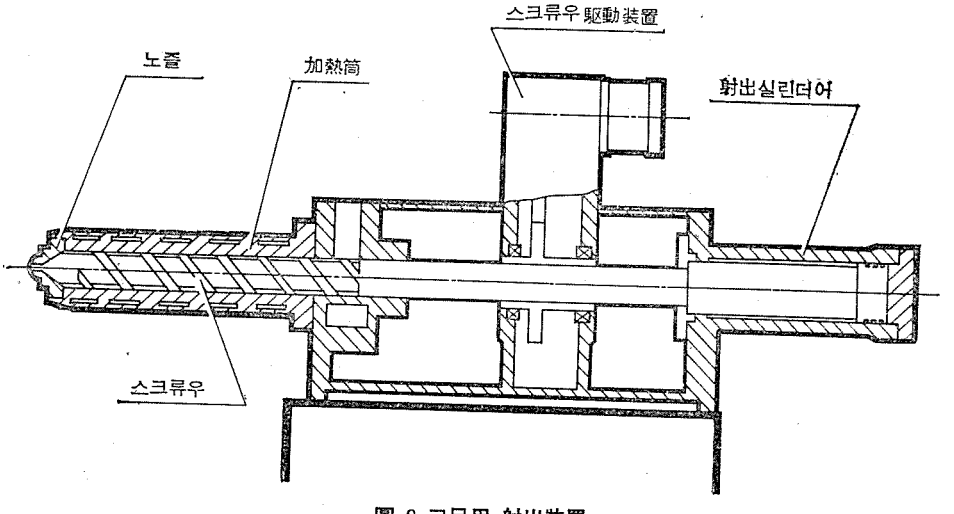


圖 8 고무用 射出裝置

b. 計量 스크류우의 回轉에 依해서 可塑化된 材料는 內部에 含有되는 空氣, 증기가 脫氣되어서 스크류우 先段部에 저장되나 그 壓力에依해서 스크류우는 自動的으로 後退하며 一定한 材料가 저장되면 스크류우는 回轉을 정지하고 計量을 끝낸다.

射出成形에 있어서 良品이 얻어지느냐, 아니냐는 이 計量된 材料의 상태가 포인트이며

1) 內部에 공기, 증기가 混入되어 있지 않을 것
2) 스코오치되어 있지 않을 것
3) 잘 混練 되어 있을 것

이 絶對的 條件이다. 如此한 트러블을 未然에 防止하게끔 스크류우는 適正한 壓縮比(普通 1~2)와 길이(L/D=8~14)로 디자인 되어 있다. 또 計量中의 고무의 미소한 특성변화에 對應되게끔 스크류우 回轉數, 背壓은 無段階로 조정되게끔 되어있다.

c. 射出 射出시린다에 高壓油를 送油하고 스크류우를 前進 시킴으로써 計量된 材料를 金型內에 射出한다 스크류우先段部에는 圖 9와 같은 逆止瓣이 장착되어 있으며 計量中은 材料가 통과하나 射出中은 通路를 차단해서 逆流를 防止하게끔 되어있다.

射出壓力 및 射出速度는 無段階로 조정되게 끔 되어 있으며 材料의 特性, 成形品形狀에 依해서 最良의 射出條件을 選擇할 수가 있다.

現在 市販되는 射出成形機의 型죄는 힘과 射出量의 關係는 대체로 圖 10과 같은 關係에 있으며 肉厚製品例를 들면 農業用精米로오루, 各種 防振고무와 같은 重量이 있는 成形을 行한다고 하면 圖 10을 보고서 明白한 것처럼 必要射出量으로 부터 기계를 선정하면 型죄는 屯數의 큰 기계를 選擇하지 않으면 안된다고 하는 不合理性이 있다. (普通 肉厚製品의 射出 成形의 경우, 型죄는 힘은 100~300屯, 射出量은 2~4kg정도의 것이 널리 사용되고 있다)

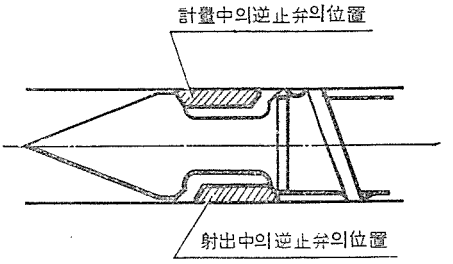


圖 9 스크류우 先段部

如斯한 肉厚 製品用으로서 大容量 射出可能한 장치로서 사용되고 있는 것이 圖 11에 表示한 구조의 射出장치 이며 圖 12는 그 成形實例이다. 材料는 프란져어에 依해서 射出되나 프란져어의 內部에 스크류우가 設置되어 있다. 換言하면 橫型 트란스파아成形機를 인라인 化한 射出장치라고 할 수 있다.

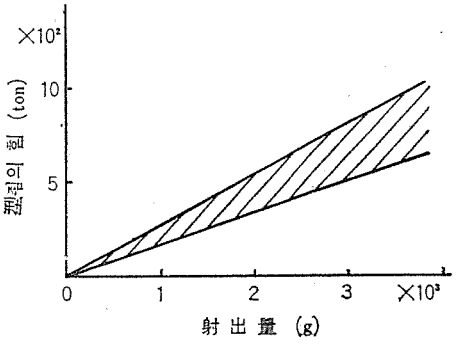


圖 10 射出量과 型죄는 힘의 關係

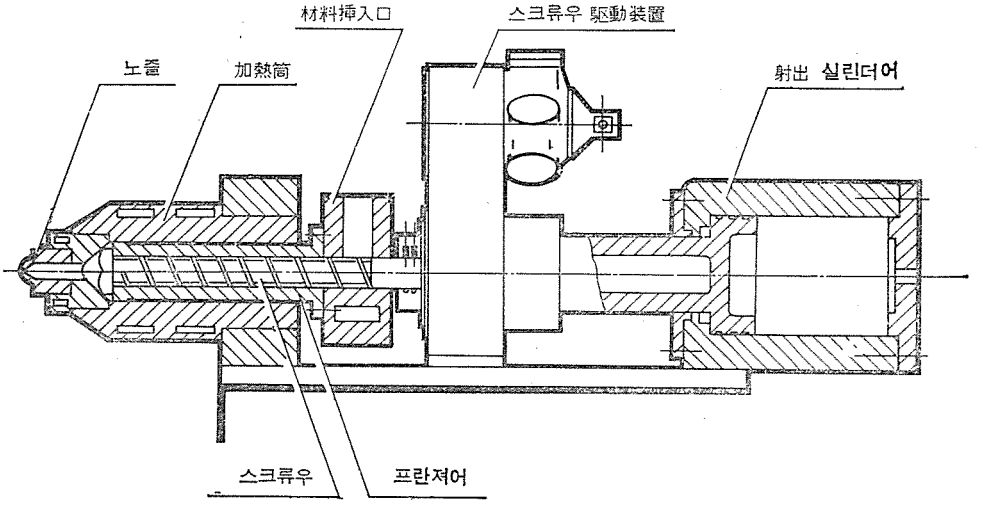


圖 11 고무用 大容量 射出裝置

4.1.3 材料供給裝置

生地는 普通로우루로 分出된 것을 帶狀으로 切斷한 것이 一般的으로 使用되어 기계에 장치된 圖 13과 같은 供給장치를 案內로써 供給한다.

또 시리콘고무와 같이 未加硫狀態로 굉장히 무른 材料는 圖 13과 같은 供給장치로선 직각 分斷되어 連續成形이 不可能하기 때문에 圖 14 (b)처럼 射出장치의 材料供給個所에 油壓強制供給장치가 장착되어 있다.

4.1.4 油壓驅動裝置, 電氣制御裝置

熱可소성 수지用 射出成形機와 大差는 없으며 金型自動溫度調節장치가 追加되어 있다. 또 金型 昇溫時間의 로스타임을 없에기 爲해서 24時間 타이머어, 48時間 타이머어, 카렌더어 타이머어等이 장착되어 있으며 始業以前에 自動的으로 스윗치가 드러가 金型加熱을 할 수가 있다.

고무의 成型加工, 成形機는 射出壓縮成形이 될 것, 가스 뺌(抜), 壓抜動作이 될 것이 바람직하다. 이 成形方法에 對해서도 記述한다.

4.2 射出成形機의 種類

射出成形기는 前記한 5個의 큰 유닛트로 構成되어 있으나 作業性. 生産性등 目的에 따라서 다음에 分類하는 바와 같은 여러가지의 型式의 기계가 있다.

4.2.1 橫型射出成形機

圖 14는 橫型射出成形機이며 型폄장치, 사출장치가 水平으로 配置되어 있다. 成形品은 金型으로부터 離型하면 自重에 依해서 落下하기 때문에 가장 自動化가 容易하며 널리 사용되는 기계이다. 然이나

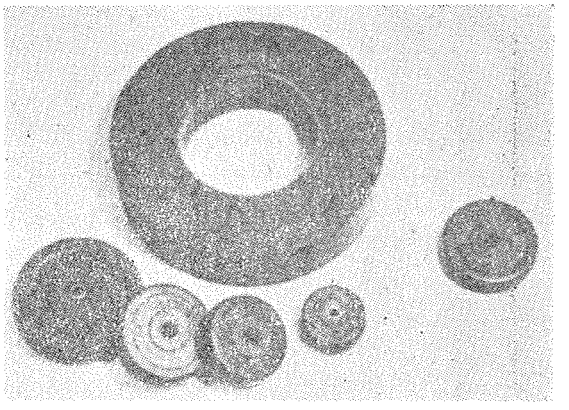


圖 12 射出成形에 依한 肉厚成形品

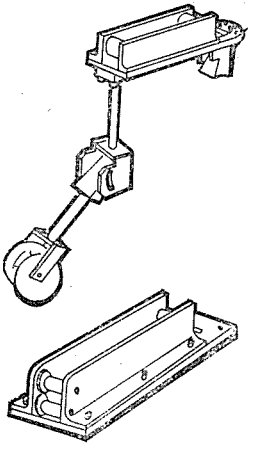
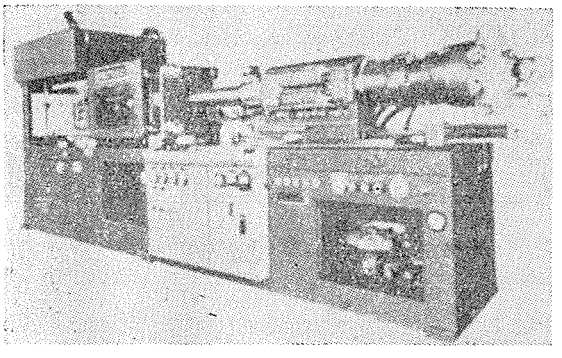
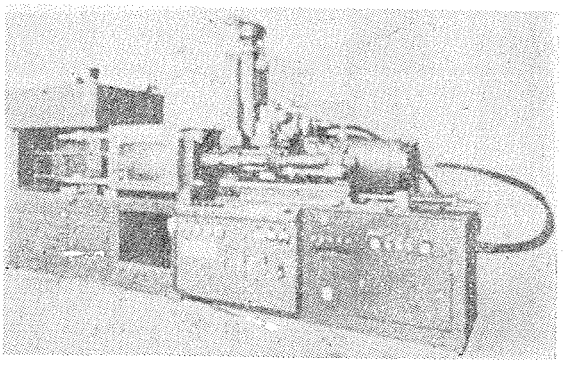


圖 13 材料供給裝置



(a) 一般的인 橫型射出成形機



(b) 材料强制供給裝置를 갖춘 大容量 射出成形機

圖 14 橫型射出成形機

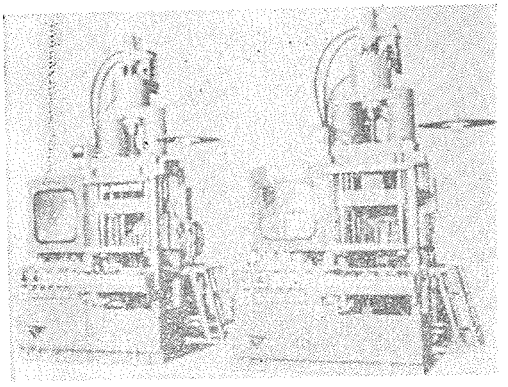


圖 15 縱型射出成形機

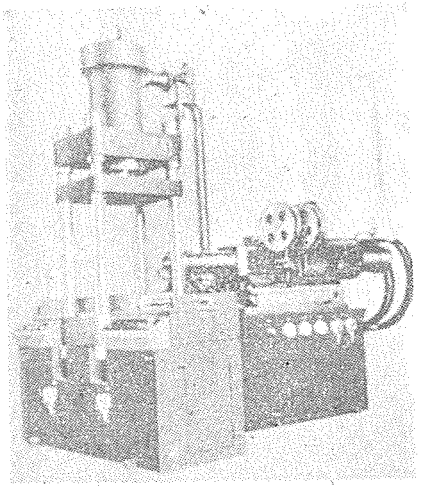


圖 16 스라이드 테이블式 射出成形機

인서어트가 있는 成形에 있어서는 作業性이 나쁘며 또 型쾰때에 인서어트가 落下하든가 미끄러져 위치에서 벗어나 버리는 위험이 있다. 스라이드 코아가 있는 金型에선 摺動部品의 自重에 依해서 長時間 使用하면 局部마찰을 일으키는 경우가 있으므로 注意를 요한다.

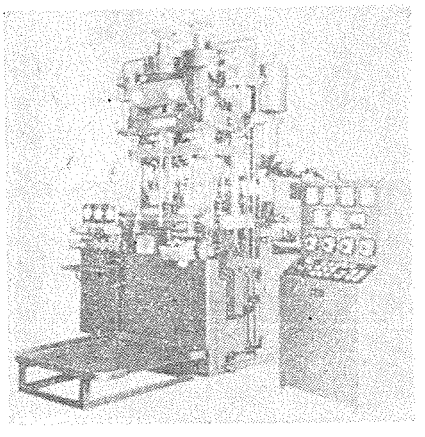


圖 17 떠블型 射出成形機

4.2.2 縱型射出成形機

인서어트가 있는 成形에 使用되고 型쾌는 裝置는 垂直으로 設置되어 있다. 型쾌는 方向에는 上押과 下押의 2種類가 있으나 上押의 경우에는 射出장치는 固定盤의 上部 또는 水平方向에 配置되어 있으며 下押의 경우의 方向에 配置되어 있다. (圖 15) 射出장치가 水平으로 配置되어 있는 기계, 即 金型의 파아팅 面으로부터 射出할 경우에는 란나아, 게이트의 저항이 크면 식출이 생기기 쉬운 결점이 있으나 수직으로 配置된 기계에 비교하면 材料의 공급에 트러블이 적다.

4.2.3 스라이드테이블式 射出成形機

인서어트 數가 많으며 金型에의 인서어트 作業時間이 길어지면 生産性이 나빠진다. 如此한 部品의 成形의 專用機가 스라이드式이며 前述한 스라이드式 壓縮成形機에 射出장치가 장착된 기계이다. (圖 16)

4.2.4 떠블型쾌는 射出成形機

圖 17처럼 2대의 下押型쾌는 裝置와 水平方向에 設置된 1대의 射出장치로부터 구성되어 있는 기계이며 左右에 장치된 金型에 交互로 射出할 수가 있다. 이 기계의 사용목적으로서는 量産用, 인서어트成形, 多種少量 生産用으로써 效率이 좋은 기계이나 前2項에 對해서는 前述한 바와 같으며 多種少量 生産用으로써 使用할수 있는 것은 다음의 이유에 의한다.

射出장치는 左右의 金型에 對해서 各各 必要한 射出量을 計量할 수 있게끔 되어 있으므로 材料가 同一하면 全然 相異한 製品의 金型을 장치해서 同時에 成形加工할 수가 있기 때문이다.

但 如斯한 使用方法으로서는 加硫時間이 거의 같은 製品의 成形에 依해서 큰 메릿트가 생김은 말할것도 없다. 또한 便의 스테이지의 生産數가 目標數에 달하면 他便의 스테이지만으로써 成形하면서 金型交換할 수 있다는 것도 하나의 特徵이다.

4.2.5 로오타리이式 射出成形機

比較的 작은 로오타리이 테이블에 5~8대의 型쾌는 裝置가 排列된 型쾌는 유닛트와 1대의 射出장치로 구성되어 있으며 (圖 18) 로오타리이式 壓縮成形機와 同樣으로 一定時間마다 테이블이 間歇的으로 回轉한다.

計量은 各스테이지의 射出量에 걸맞은 量을 計量할 수가 있으나 加硫時間이 크게 相異하는 제품의 성형에는 不適當하며 加硫時間이 同等하며 또한 中小제품의 量産用으로서 最適이다.

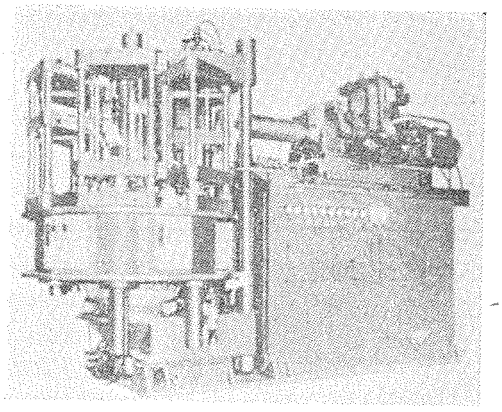


圖 18 로오타리이式 射出成形機

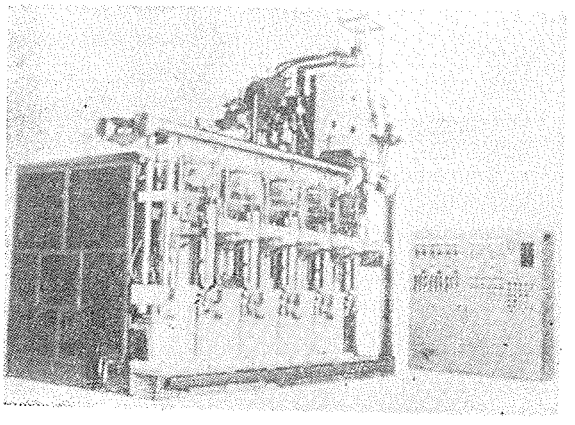


圖 19 連立式 射出成形機

4.2.6 連立式 射出成形機

連立式 壓縮成形機처럼 一列로 늘어선 數대의 型틀는 裝置에 1대의 射出장치가 順序대로 射出해나가는 기계이다 (圖 19) 이 機械의 特徵은 어느 스테이지에서도 란담에 射出可能한 점이다. 即 다음에 射出할 (成形이 完了한다) 스테이지를 기계가 늘 監視하고 있기 때문에 加硫時間이 다른 製品이라도 同時에 成形할 수가 있다.

이 點이 로오타리이式과 全然 反對이며 多種少量生産用으로서도 能率이 좋은 기계이다. 어느 스테이지에서의 生産數가 目標數에 달하면 그 스테이지만 運轉을 停止하고 金型交換作業이 可能한 것은 勿論이다.

以上이 射出成形기의 種類이나 고무의 射出성형기에 있어서는 壓縮, 트란스파아 成形機보다 보다 高度의 技術이 장비되어 있으며 수요者에게도 이것들을 使用해줄것을 要求하지 않을 수가 없다.

이들의 點에 對해선 旣述해서 重複되는 項目도 있으나 다음에 말하겠다.

4.3 射出成形技術

한말로 고무라고해도 그 種類는 대단히 많으며 또 同一種類의 材料이라 하드라도 配合이라든가 混練方法에 依해서도 현저하게 物性이 달라서 고무의 成形條件을 分類하는 것은 不可能이라 하드라도 過言은 아닐것이다. 따라서 材料마다 適正한 成形條件을 發見해서 成形品形狀에 依해서도 條件을 變更할 必要가 있다.

然이나 下記의 項目을 操作 또는 選擇함으로써 如何한 製品의 成形이라도 可能할 것 같다.

4.3.1 成形材料의 配合과 形狀

壓縮成形用材料는 熱에 대해서 敏感하게 反應하게끔 配合되어 있으나 射出成形에 있어서는 시린더 內에 計量된 고무는 90~120°C에 달해있다. 따라서 壓縮成形用의 材料를 射出 成形用으로 使用하면 시린더內에서 스코오치되고 말아서 成形이 不可能하게 되어버린다. 射出成形用 材料는 120°C 以下에서는 熱的으로 安定하고 120°C를 넘으면 急速하게 加硫가 進行하는 것과 같은 材料가 바람직하다. 材料의 形狀은 로오루로부터 分出된 生地를 帶狀으로 切斷해서 使用되나 極度로 두께 或은 幅에 變化가 있는 것, 材料同志가 接着해 버리는 경우에는 成形中에 切斷되어 버려서 連續成形이 不可能하게 되어 버리는 수가 있다.

4.3.2 스크류우 回轉數와 背壓의 調整

材料는 스크류우의 回轉에 依해서 塑化됨과 同時에 背壓에 依해서 材料內에 함유되어 있는 공기 또는 증기를 脫氣해가면서 同樣으로 混練하여 一定量이 計量된다. 然이나 스크류우의 回轉이 너무 빠르면 그 마찰열에 依해서 異常發熱하여서 스코오치한다든지 背壓이 너무 낮으면 脫氣가 不充分하게 되어 가스에依해서 타는 수가 있다.

如斯한 경우 材料를 大氣中에 射出하면 가스가 發生하여 一種의 爆發音을 수반하든가 材料가 不均一 한 상태로 射出됨은 明白하다.

4.3.3 計 量

1숏트에 必要한 量을 스크류우로 計量하는 셈이나 너무 적으면 쇼오트숏트로 되어서 제품이 되지 않고 反對로 너무 많으면 식출로 되든지 一部에 스코오치 現象이 나타나든지한다.

一般的으로 5mm 前後의 쿳손量이 남게끔 計量하는 것이 普通이다.

4.3.4 射出壓力의 調整

射出壓力에는 一次壓力과 二次壓力이 있어서 캬비티에 材料를 충전할 때의 高壓力을 一次壓이라고 말하며 射出後 金型으로부터의 逆流를 防止하기 爲해서 保壓하는 低壓力을 二次壓이라고 부른다.

射出一次壓力이 너무 낮으면 충전不足을 發生시키고 反對로 너무 높으면 식출이 生기므로 射出壓力의 調整은成形上의 重要한 포인트이다. 식출이 적은 成形方法으로써 캬비티의 90~95°를 一次壓力으로 高充전하고 나머지를 二次壓으로 조용히 充전한다고 하는 方法도 있다. 射出一次壓으로부터 2次壓에의 바꿔침은 스윗치或은 타이머어에 의해서 自動的으로 行해진다.

4.3.5 射出速度의 調整

射出된 材料는 金型의 스룰, 란나아, 게이트를 通過해서 캬비티內에 充전되나 충전 速度에 의해서 식출의 생기는 방법, 웰드라인, 후로오마아크, 가스에 탐(燒)의 發生등 不良品으로 되는 原因으로 되므로 注意하지 않으면 안된다.

4.3.6 金型溫度와 加硫時間의 設定

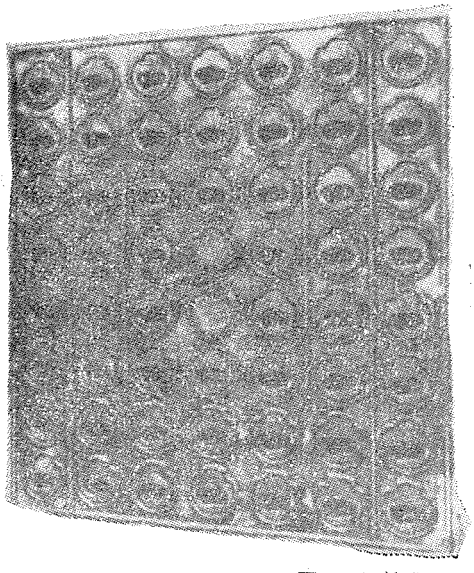
金型의 溫度分布는 同樣 일것이 所望스러움은 말할 것도 없다. 金型溫度가 너무 높으면 充전과정에서 이미 가류되고 말아서 充전不足의 現象을 呈하든가 加硫時間이 너무 길면 고무가 分解하여 캬비티에 密着해서 容易하게 끄집어 낼 수가 없으며 또한 困難한 狀態로 되어서 金型을 갈아서 고치지 않으면 안된다.

金型溫度가 너무 낮으면 加硫時間을 길게하지 않으면 안된다. 金型溫度와 加硫時間의 關係는 고무의 加硫特性을 알기 爲해서 널리 사용되고 있는 加硫시험기(例를 들면 큐라스트 메에타 等)의 데이터로부터 推定할 수 있다.

4.3.7 가스拔, 壓拔

캬비티內에 充전된 고무는 金型으로부터의 열을 받아서 加硫하나 캬비티內에 存在해있든 空氣, 或은 加硫中에 發生하는 가스를 完全히 放出하지 않으면 充전不足, 가스에 타는 등의 現象을 呈하여 不良品으로 된다

如斯한 트러불을 피하기 爲해서 기계에는 加硫속에 型 죄는 힘을 解放하든가 (壓拔), 強制的으로 金型을 열든가, (가스拔) 해서 캬비티內의 가스를 放出할 수가 있다. 또 形狀에 凸凹이 많은 경우에는 上記한 바와 같은 動作만으로서는 完全히 脫氣할 수 없는 경우가 많다. 如斯한 成形品의 경우에는 金型設計時에 가스뺌(拔) 對策을 해둘 必要가 있다.



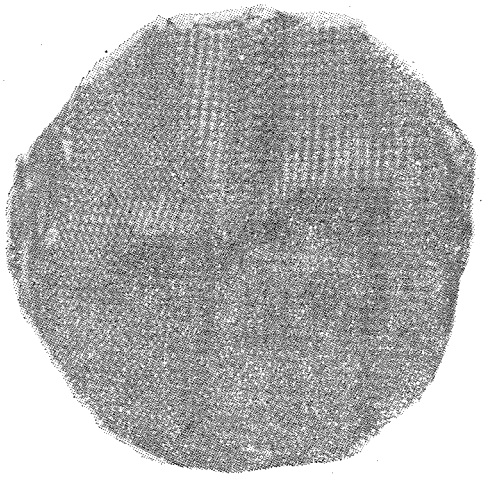


圖 20 壓縮成形用 金型의 射出成形에의 轉用

4.3.8 射出壓出 成形方法

薄肉製品의 射出成形에 있어서는 材料가 充塡되는 과정에서 加硫가 進行해 버려서 캬비티에 完全히 充전할 것이 不可能한 경우가 있다.

이러한 製品의 성형의 경우에는 射出壓縮 成形方法이 有效하며 金型을 약간 연狀態인 채로 射出하여 材料를 구석구석에까지 흘러보낸 뒤에 壓縮成形하는 方法이다.

또한 이 成形의 경우에는 스룰을 中心으로 材料는 圓板狀으로 흐르므로 캬비티는 同心圓上에 配置할 것이 소망스럽다.

射出成形은 一般的으로 스풀, 란나아, 게이트를 通과해서 材料는 캬비티로 흐르나 이 射出壓縮 成形方法을 利用하면 上記한 란나아, 게이트는 不必요 하다. 따라서 壓縮成形用 金型이라도 스풀을 追加加工함으로써 射出 成形用으로서 사용할 수가 있다. 圖 20은 그 例이다.

4.3.9 射出成形用 金型

고무가 金型內에 射出되어 란나아, 게이트로 흘러가는 과정에 있어서의 壓力의 전달은 熱可소성 수지의 경우와 相異해 있다. 열가소성 수지의 경우에는 溶融수지 온도보다 훨씬 낮은온도의 금형內에 射出되므로 壁面으로부터 固化가 시작되어 壓力의 전달이 나빠져서 成形品에 불량품이 생기기도 한다. 한便 고무의 경우에는 겔化된 材料의 温度보다 훨씬 高温으로 加熱된 金型內에 사출되므로 더욱 流動性이 좋아지며 멀리까지 壓力이 전달된다. 따라서 스풀一붓슈 近處에 두터운 식출이 생기기 쉽다.

또 脫氣對策등, 成形品에 영향하는 요소가 있으므로 이 들에 對해서 말한다.

a. 金型의 强度 고무의 射出成形에서는 高壓으로 射出하는 경우가 많으며 또 金型自體도 高温으로 加熱되어 있기 때문에 射出中에 이들의 要因으로 金型이 變形하여 식출이 생기기 쉽게 된다. 고무는 0.02mm 以上의 틈이 있으면 그 속에 흘러드러가 버려서 식출로 되기 때문에 耐熱對策, 耐壓對策이 必要하다.

耐熱對策으로서는 素材에 耐燒材料를 使用하게끔 用心하고 耐壓對策으로서는 스페이서 브록크를 挿入하는 등해서 金型의 剛性을 높일것이 必요하다.

b. 란나아 란나아는 캬비티에의 通路이나 充전不足, 多數個除去의 경우의 各 캬비티에 있어서의 成形品치수의 不均一은 케이트보다도 란나아에 依하는 일이 많다. 란나아의 斷面은 圓形이 가장 좋으며 曲部는 可及限 큰 R을 붙여서 흐름 抵抗을 적게하고 캬비티에 平均的으로 壓力을 전달함과 함께 離形이 용이하게 되게끔 表面의 마무리는 硏磨를 잘해둘 것이 必요하다.

c. 게이트 게이트는 캬비티의 入口에 設置되어 그 位置와 形狀치수는 成形品에 영향을 끼치므로 安易하게 생각해서는 안된다.

한편 小物部品을 20~30 個의 多數個除去할 경우 고무成形에 있어서는 식출이 나기 쉬움을 逆利用하여 식출을 필림게이트라고 생각하고서 金型을製作하고 成形하는 方法도 있다. 이 경우 成形品의 끄집어냄에 問題點이있으나 多數個除去 成形에 有効한 方法으로서 相當히 널리 채용되어 있는것 같다.

d. 에어벤트 密閉된 金型內에 材料가 高速으로 射出되면 캬비티內의 공기나 재료로부터 發生하는 가스가 압축되어서 發열하여 成形品에 傷處가 생기든지 充전 不足이 생기든가 한다. 따라서 脫氣의 必요가 있으며 一般的으로 캬비티內에서 最後로 材料가 充전되는 部分에 0.02~0.03mm의 깊이의 溝를 加工해서 脫氣가 용이하게끔 하고 있다.

또 凸凹이 많은 제품의 成形에선 에어벤트만으로서는 脫氣가 不充分하며 가스뺌(抜), 壓뺌(抜) 動作을 加해서 成形해도 完全히 脫氣안되는 경우가 많다. 如斯한 製品의 境遇에는 金型構造를 分割型 重첩型으로 한다든가, 가스가 滯留하기 쉬운 部分에 핀을 넣는다든가해서 脫氣對策을 해둘 必要가 있다. 最近 脫氣對策으로서 널리 채용되게끔 되어온 方法에 眞空펌프를 使用하는 方法이있다. 金型閉鎖後 眞空펌프로 캬비티 內를 脫氣하고서부터 射出하는 方法인데 從來 가스를 빼기爲한 射出速度엔 限界가 있었든 것이나 如斯한 方法으로 強制脫氣함으로써 射出速度에 制限이 없어지고 生産性이 向上함과 同時에 不良率도 低下 했다고하는 實例가 있다.

5. 結 言

一言 苦情을 말하자면 고무成形業界는 他의 一般合成수지의 成形加工과 달라서 材料의 配合으로부터 成形加工에 이르기까지 自社內에서 모든 것을 處理하고 있다는 事實로부터 生길테지만 굉장히 保守的이며 秘密主義에 徹해 있다고 느껴진다. 따라서 고무의 成形加工에 關한 文獻도 적고 企業間의 技術交流도 거의 없다고해서 좋을 것이다. 이러한 點으로해서 企業間의 技術에는 相當한 格差가 있는 것처럼 느껴진다. 若干만 더 相互間 胸襟을 열고 技術의 交流를 꾀함과 同時에 自社의 技術의 再評價를 함직하다고 痛感하지 않을 수 없다.

如此한 背景으로부터 今番의 執筆에當해서도 具體的인 데이터어를 呈示하는 것을 그만두지 않을 수 없고 一般的인 槪論에 머므르지 않을수 없었든 것이 遺憾이다.

引用文獻

1) 러버어 다이제스트, 28, (6) 62 (1976)
2) JIS B-6201 工作機械 精度 檢査 通則
(1977年 2月號 日本고무協會誌)