

最近의 加黃成形方法에 對해서

關東製品研究所

大庭敏之・谷本 勉・今北靖夫・藪田司郎

1. 序 言

最近 고무工業에서 省力化 또는 生産의 合理化등이 重視됨에 따라 고무製品工程中에서도 특히 成形加工에 관한 問題가 注目되게끔 되었다. 이것은 고무材料加工의 諸工程中에서도 成形加工이 더욱 合理的인 프라스틱材料의 그것과 比較해서 加工技術者의 固有技術에 依存한다고하는 것과 같은 合理性을 缺如한面을 갖고 있기 때문이라고 生覺이 된다¹⁾. 卽고무材料의 成形加工에는 ① 配合素練, 混練등의 準備工程과 ② 成形과 同時에 加黃工程과 같은 工程에 있어서 프라스틱의 境遇에서 볼 수 없는 複雜性이 있기 때문이라고 生覺된다²⁾. 如斯한 狀況에 있음에도 不拘하고 고무材料의 成形加工을 프라스틱 材料의 그것에 同化시키려는 試圖은 依然히 强하나 上述한 不相容의 點등도 있어서 고무成形加工은 그의 獨自의 過程을 더듬지 않을 수 없게끔 되어 있는 貌樣이다. 例를들면 原料고무의面으로 부터의 아프로치 (approach)로서는 液狀고무, 粉末고무처럼 形態를 變更하는 일 및 브록크 폴리머처럼 實用性能에 加黃의 效果를 排除함으로써 各各① 및 ②의 問題를 解決하려고 하는 試圖가보인다. 이에 對하여 한便은 加工機器의 面으로부터 LCM, FB, UHF 에 依한 連續押出加黃

成形, 射出加黃 成形처럼 加工時의 刺戟條件을 變更함으로써 材料의 力學的인 應答을 프라스틱의 그것에 接近시키려는 傾向이보인다.

이들의 試圖은 고무材料의 成形加工에 있어서의 特異性을 排除함으로써 機能的으로 프라스틱의 그것에 接近시키려는 움직임 그것을 示唆하고 있지만 고무加工 獨自의 加工形態를 形成하고 있다고 生覺된다.

어느 것이든 이들은 아직 普遍的인 滿足된 加工方法의 確立을 보기에 이르지 못하고 있으나 고무材料에 관한 새로운 加工技術로서 注目を 集中시키고 있는 中임은 事實이다.

以上과 같은 背景으로하여 本稿에선 材料面에 서의 合理化에 對한 志向에 對해서는 姑捨하고라도 成形加工方法에 관한 프라스틱加工에의 同化로서 連續押出加黃成形과 射出加黃 成形을 中心으로 今後의 志向을 具體的으로 또한 系統的으로 考察해보았다. 그러나 現在 開發되고 있는 中인 成形加工方法에 對해서는 個個로 論議한다는 것은 그本質을 捕捉한다는 點에서 遺漏의 念慮도 있는 것으로 生覺된다. 또한 이들의 問題는 本來 시스템 工學的인 問題에 歸着할 性質의 것이므로 筆者 등이 요즘 數年間 展開하여 온 고무工業의 시스템化라고 하는 識見을 根基로해서 여기서는 시스템의인 思考를 記述하기로 하였다.

2. 고무材料 成形加工에 對한 시스템의인 思考

一般的으로 廣義의 고무材料加工에는 準備·成形, 加黃 마무리作業등의 一連의 諸工程이 包含된다. 最近이들一部에 各各必要한 加工機器를 組立 하여 配列함으로써 「……시스템」이라고 稱하는 例가 종종 窺보이게 되었다.

그러나 本稿에서 말하는 시스템이란 如此한概念보다도 더욱 抽象的인 것으로서 어느 對象에 作用하는 入力과 出力의 關係를 環境條件下에서 機能的으로 結付시킨 것으로 한다.

2-1. 成形加工과 시스템

如斯한 前提에 基해서 于先 고무工場에서의 成形加工 形態를 block diagram 으로 表示하여 各各의 特徵에 對해서 明白히 하여 둔다(圖 1) 圖 1에서 明白한 것처럼 各工程의 結付의 可能性은 8 種類가 있다. 現在 고무材料의 成形加工으로서 實用化되고 있는 것은 其中 4 種類에 끝이는 것 같다. 또 成形加工技術이 進步함에 따라서 作用素가 並列化(멀티화)하는 傾向이 보이는 것은 興味있는 事實이다. 萬一 이러한 推論이 可能하다고 하면 現在 實用化의 域에 없는 部分에 屬하는 圖 1의

圖 1 = 고무材料 成形加工 方法의 시스템의 인 퍼턴

| No | 各 시스템 作用系의 結付 | 고무材料 成形加工 法 |
|----|---------------|-------------------------------|
| 1 | | 普通의 고무 成形加工 方法 (押出加黃 成形은 除外) |
| 2 | | 押出加黃 成形 連續 押出加黃 成形 |
| 3 | | 射出加黃 成形 |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |

A : 準備工程 C : 成形工程
B : 加黃工程 D : 完成工程

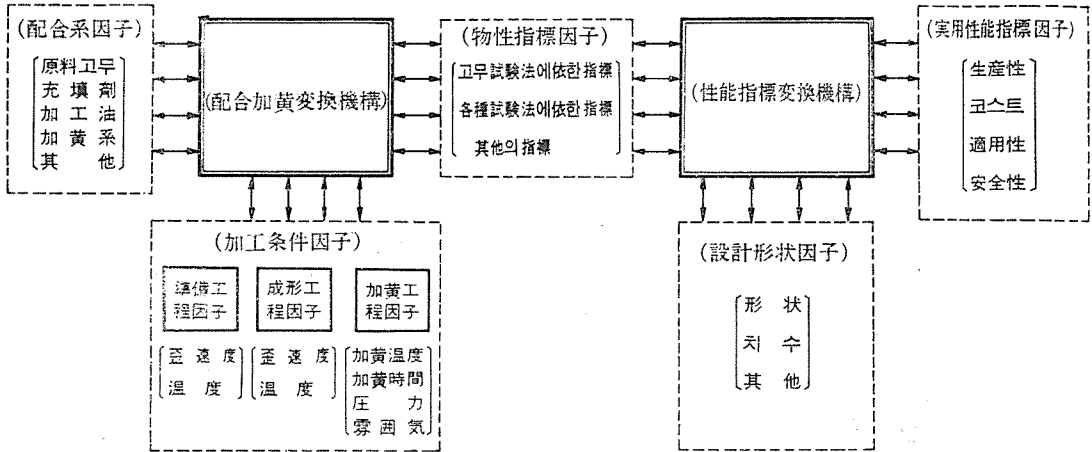
(5), (6), (7), (8) 처럼 멀티화가 極도로 進步된 形態는 將來, 技術의 發展과 함께 開發될 것으로 生覺된다. 現在로서는 그 具體的인 例로서는 液狀 고무의 注型에 依한 成形加工을 그 하나로서 들 수 있겠다. 그러나 block diagram 과 같은 單只 맞치라든가 멀티라든가 하는 등의 시스템의 形式論에서의 고무材料 成形加工에 對한 捕捉方法에선 同一 形態로 相異한 作用을 表示하는 시스템의 特徵을 的確하게 比較 評價할 수 없다

그 理由는 block diagram 은 시스템에 있어서의 入出力의 關係를 無視하고 있기 때문이다. 이 目的을 爲해서는 最初로 取扱한 block diagram 보다도 오히려 單位 工程間에 作用 하는 入出力의 關係를 重視한 시스템 모델의 쪽이 好適하기 때문이다. 이 發想은 같은 시스템 形態의 作用의 特徵을 入出力 變換機構의 效率 比較에 依해서 明白히 하려고 하는 것이다. 例를 들면 連續 押出 加黃 成形 加工 形態로서 또한 相異한 作用을 表示하는 시스템을 想定했을 때 그들의 사이 의 特徵의 評價는 普通 加工 機器의 制御 變數(押出機의 操作 條件 加黃 裝置의 機構, 操作 條件, 霧圍氣)를 같으므로 製品의 사이 즈 安定性, 生産性, 코스트, 通用性 등의 實用 性能이 結付되어서 論議된다. 여기서 前者의 制御 變數, 後者의 實用 性能은 各各 시스템의 入出力으로서 入力에 對한 出力의 變換의 效率이 論議의 對象으로 되어 있음은 明白하다. 또 比較 評價하는 成形 加工 機器의 사이 에 있어서 무슨 方法으로서 든지 入出力의 關係를 明白하게 했다고 해도 有다른 問題로서 그 內容을 想起할 必要性이 生긴다. 이 問題는 入出力의 關係의 記述보다도 簡單하며 成形 加工의 機能이 成形 工程에선 고무材料의 力學의 性質, 加黃 工程面에선 化學의 性質에 直接 關聯한 것 이란 것을 留意하면 좋은 것으로 된다. 한 便은 力學의 刺戟 條件(歪速度 $\dot{\gamma}$, 溫度 T) 他方은 化學의 刺戟 條件(溫度 T 時間 t , 壓力 P , 분위氣)에 集約되게끔 되어 그 內容은 大端히 簡略化 되기 때문이다. 이 事實을 要約 하면 加工 機器의 性能의 시스템의 인 比較 評價는 制御 變數를 機能의 인 規準 變數로 變換하여 各各의 入出力의 變換 效率을 比較함으로써 目的이 達成되게끔 된다. 以上의 것으로해서 우리들은 成形 加工에 關한 시스템의 問題의 本質이 圖 2와 같은 JCRRS에 있어서의 基本 概念^{3)~5)}으로 捕捉된 다고 結論한 셈이다.

2-2. 成形加工 시스템 모델의 周邊

前節에선 圖 2의 JCRRS의 基本 概念이 成形 加工 시스템의 모델로서 合理的인 것을 말했다. 여기서는

圖 2 = 고무製品製造過程에 있어서의 入力、出力의 關係



最近의 成形加工方法의 特徵을 明白하게 하기 爲해서 그 周邊의 入出力의 關係를 밝힌다.

圖 2 는 고무製品의 製造過程을 하나의 시스템으로 看做해서 그 機能을 中心으로 展開된 것이다. 이로 부터 入力으로서

材料面으로부터 配合系因子.....(內部條件因子)
 加工機器面으로부터 加工條件因子
 { 準備工程因子
 成形工程因子
 加黃工程因子 } (.....外部條件因子)
 製品形狀面으로부터 設計形狀因子
 出力으로서
 實用性能指標因子

를 들 수 있다³⁾. 또 우리들은 材料의 設計라든가 加工機器의 能力을 評價하기 爲해서 이들의 入出力을 內部條件因子와 外部條件因子와에 機械的으로 分類하여 前者에 材料構成因子(配合系因子), 後者에 加工機器의 刺戟條件因子(準備工程因子, 成形工程因子, 加黃工程因子), 製品形狀因子 實用性能指標因子를 포함한다.

如斯한 시스템 모델로서 本稿의 記述對象이 되는 成形

加工에 關한 諸問題는 直接的으로는 —hard ware 的으로 加工條件因子或은 設計形狀因子와 實用性能指標因子와의 關係에 間接的으로 —soft ware 的으로 加工條件因子或은 設計形狀因子와 配合系因子와의 關係로 歸着된다 또한 이들의 諸因子群은 各各 獨立해서 系에 作用하는 것은 아니고 相互 影響을 끼치고 있다고 生覺된다. 예를 들면 普通의 몰드에 依한 壓縮加黃 成形의 경우를 想定했을 때, 加黃프레스, 몰드의 形狀(몰드의 크기, 製品의 尺寸等)에 依해서 成形材料에 加해지는 力學的 刺戟條件(剪斷歪速度 $\dot{\gamma}$, 溫度 T), 化學的인 刺戟條件(溫度 T , 時間 t , 壓力 P , 需圍氣) 卽 成形工程, 加黃工程 등의 加工條件因子가 定해진다. 그에 對하여 縱屬的으로 製品의 生産性, 코스트, 適用性, 安全性等⁶⁾의 實用性能因子가 定해진다. 더우기 이때의 狀況은 成形材料의 種類——配合系因子라든가, 準備工程因子에 依해서 影響을 받음은 毋論이다. 이 일은 系의 實用性能指標因子가 制限된 配合系因子, 準備工程因子 下에서 加工條件因子, 設計形狀因子에 依해서 定해 짐을 表示하고 있다.

3. 今後의 고무材料 成形加工方法의 志向

前章에서 成形加工은 시스템의으로 各種의 因子가 關與하고 있음을 表示했다. 또, 이들의 許多한 因子中에서도 가장 重要한 主役을 演出하는 것은 加工條件因子——成形工程因子와 加黃工程因子란 것도 말했다. 따라서 圖 1에 表示하는 것과 같은 成形加工의 形態가 이들의 因子에 依해서 어느 程度까지 取扱된다고하

면 過去 約 一世紀에 亶한 고무材料의 成形加工의 歷史的인 推移도 한눈으로 把握할 수가 있을 터이다. 以下 本稿의 論議의 對象을 今後의 고무材料의 成形加工方法에 두기爲하여 이들의 生覺을 基礎로 記述內容을 展開해서 나가고싶다. 以前부터 加黃은 化學反應인 點으로 해서 高溫短時間으로 加黃成形되는 것이 가장 理想

으로 되어 왔다⁷⁾.

그러나 지금까지는 새로이 開發한 加黃方法이 設備라든가 機器의 機構라든가 成形材料의 性質로부터보아 無理하든가 生産性的 點에선 코스트가 높게 먹힌다고 하는 理由로 試行錯誤的인 迂回曲折의 歷史를 反復하여왔다. 이 事實은 上述한 加黃反應의 理想的인 패턴 단을 追求한 結果, 系에 介入하는 各種의 因子의 效果를 無視한 結果에 依하는 것은 아닌지 모르겠다. 여기서는 加黃工程因子를 中心으로 成形加工도 對照시키면서 이들의 加工技術의 推移를 檢討했다.

于先, 加黃工程因子中の 加黃溫度와 加黃時間과의 關係에 있어서 各各의 加黃成形方法이 如何한 位置를 占하는 가를 表示한 것이 圖 3이다. 다음으로 加黃溫度와 加黃時의 壓力의 關係로서 同一하게 表示한 것이 圖 4이다. 各各의 圖에는 加黃成形時의 成形工程因子의 歪速度도 定性的으로 아는 바와 같이 範圍로서 表示했다⁸⁾.

圖 3 = 成形加工因子座標에 있어서의 位置設定 (其 1)

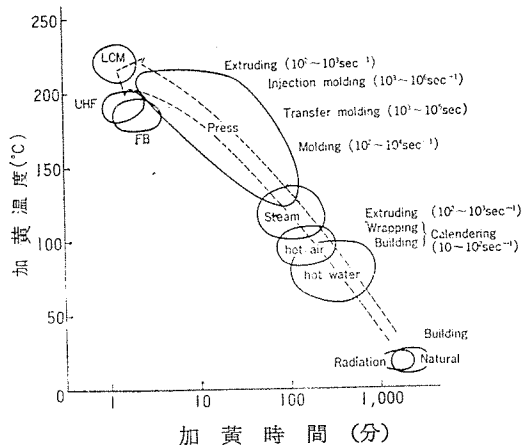
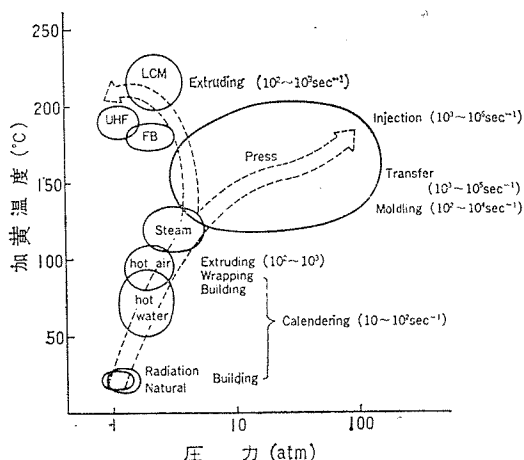


圖 4 = 成形加工因子座標에 있어서의 位置設定 (其 2)



이들의 結果에 依하면 加黃中の 壓力과 成形時의 歪速度의 關係는 거의 比例的으로 變化하고 있음을 알수 있다. 또 圖 3, 4의 點線의 矢印은 고무 材料의 加工技術的인 背景으로부터 生覺되는 發展의 方向을 表示하고 있다. 元來 自然加黃으로부터 始作된 加黃成形方法은 最近 流行中인 UHF 나 射出加黃成形까지의 過程을 보면 거의 系統的으로 推移하고 있다.

이 事實을 單的으로 말하면 現在志向하고 있는 成形加工은 高溫短時間加黃이라고 말할 수 있다.

그러나 이 傾向을 注意깊게 볼것 같으면 圖 4에서 成形方法이나 加黃時에 加하는 壓力으로부터보면 그 傾向은 두개의 方向에 있다고 生覺된다. 그 한쪽은 押出機를 成形方法으로 한 連續押出加黃成形이며 加黃時의 壓力이 그다지 크지 않는 方向이다. 他方은 歪速度가 大端히 큰 사이클타임의 짧은 射出加黃成形方法이다. 이 두개의 흐름은 많은 點에서 對照的인 關係를 갖고 있으며 이들의 詳細에 對해서는 後述하나 가장 重要한 相異點은 시스템에 있어서의 入出力의 作用의 相異에 있다. 連續押出加黃成形은 成形工程과 加黃工程에선 全然 相異한 시스템을 形成하나 射出加黃成形은 成形으로부터 加黃까지 同一한 閉鎖된 系에 包含 되는 點이다.

이 事實은 시스템工學的으로 表現하면 射出加黃成形은 二種類의 入出力이 同時에 作用하는 멀티시스템인데 對하여 連續押出加黃成形은 作用이 從屬的인 關係를 갖는 batch 시스템이라고 할수가 있다. 따라서 後者は 從來의 시스템과 本質的인 相異를 指摘當하는 것은 아무것도 없으나 억지로 말하면 入出力의 動作에서의 待期時間을 極度로 작게한 것이라고도 말할 수 있다.

以上과 같이 고무材料의 成形加工의 進歷史를 簡單히 收合하여 그 現在の 志向에 對해서 시스템의 立場으로부터 概觀했다.

그 結果, 現在 注目되고 있는 連續押出加黃成形, 射出加黃 成形과 같은 成形加工方法이 今後도 시스템工學的으로 意義 있는 것으로서 發展해나가는 것은 아닌 지 모르겠다. 如斯한 理由에 依해서 以下各成形方法의 紹介도 兼해서 더욱 具體的으로 두개의 方向에 對해서 檢討를 行해보겠다.

3-1. 連續押出加黃成形

一般的으로 連續押出加黃成形이란 成形, 加黃이 계속되는 二工程間의 待期時間을 없앴과 同時에 熱에너지를 有效利用하여 生産의 連續化, 高速化를 圖謀한 成形加工方法이다. 元來 이 方法에 對한 研究는 自動車의 窓문틀, 建築用的 窓문틀등의 押出고무 製品의 需

要量の急増과 함께 歐美에서 始作되었다.

當初는 成形物이 加黃工程을 通過할 때의 壓力이 常壓下에 限定되었기 때문에 加黃中의 加熱發泡가 防止안 되어, 適用範圍는 스펀지 製品에 限定되어 있었다, 二後, 脫氣式押出機*1 (devolatilizing extruder)나 脫水劑의 開發⁹⁾에 依한 加黃發泡의 防止, 特殊한 熱媒體나 超高周波의 利用에 依하여 그의 適用範圍는 一般의 押出成形 고무 製品에까지 擴大되어 왔다. 最初의 連續押出加黃成形의 具體的인 例는 加黃工程에 LCM(Liquid curing media의 略, 以下特히 指定하지 않는 限 LCM에 依한 加黃方法을 表示함)을 使用하는 것이었다.

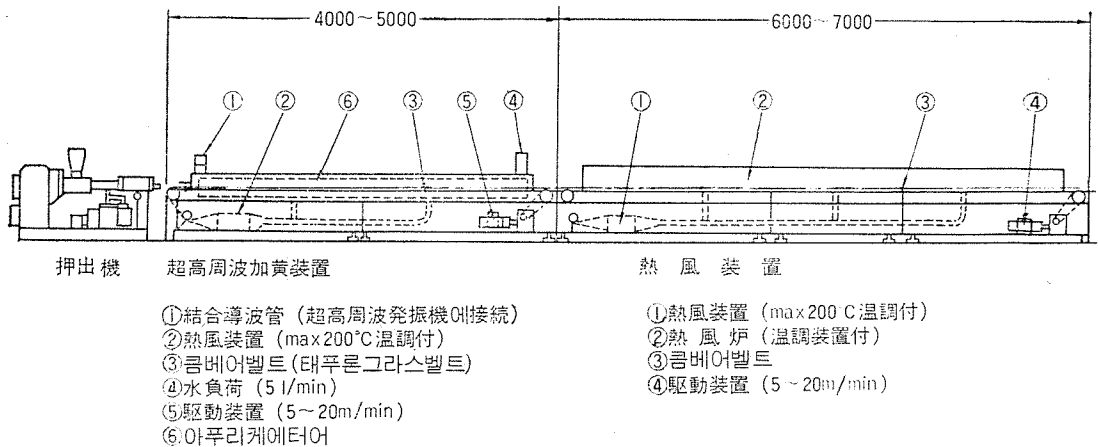
이 方法은 1954年頃 du pont社에서 開發한 것¹⁰⁾으로서 加黃工程의 熱媒體에 高熱容量, 高比重의 金屬鹽의 溶融 混合物을 使用하여 그 熱에너지와 液壓의 利用에 依해서 變形, 發泡가 있는 押出加黃物의 生産을 圖謀한 것이었다. 二後, 上述한 脫氣式押出機나 脫水劑의 開發에 依해서 當初의 問題도 解決했기 때문에 LCM은 漸次로 普及되어 現在 歐洲에선 連續押出 加黃成形方法中에서도 가장 稼動比率이 높은 것이다.

FB(fluid bed의 略. 以下 特히 指定하지 않는 限 FB에 依한 加黃 方法을 表示함)에 依한 連續押出加黃成形은 1960年頃, RAPRA에서 開催된 方法¹¹⁾이며 上述

한 LCM 代身에 熱媒體로서 ballotini라고 呼稱되는 玻璃의 小球를 使用하는 點이 相異하다. 이 方法은 微粉固體에 液狀의인 舉動을 갖게함으로써 加黃工程의 熱傳導性을 높인 것이다. 그러나 아직 理論的으로도 技術的으로도 檢討의 餘地가 많으며¹²⁾ 今後의 發展이 期待된다.

UHF(ultra high frequency의 略, 超高周波, 以下特히 指定하지 않는 限 UHF에 依한 加黃方法을 表示함)連續押出加黃成形은 오랫동안, 實際的이아니라고 일컬어져 왔다. 그러나 요즘 數年의 內外에서의 狀況에 依하면 이 方法은 實用化의 段階에 들어간¹³⁾ 것처럼 思料된다. 이것은 UHF의 食品의 加熱殺菌, 藥品, 陶土, 農産物의 乾燥, 더우기 醫療方面에의 應用의 成功例¹⁴⁾와 잘 어울려서 고무工業에서도 새로운 熱에너지源으로서 看做되게끔된 때문이다. 고무工業에서의 加黃의 熱源으로서의 應用은 1933年에 佛蘭西에서 試圖된 以來數個國에서 研究되어 왔다. 當初의 研究는 非極性포리머의 NR이 對象인 위에 使用周波數도 數 10MHZ程度에 限定되어 있었기 때문에, 發熱效率도 나쁘며 實用化에까지는 이르지 않았다. 그러나 近年 材料面에선 各種 合成고무의 開發, 脫氣式押出機의 開發, 더우기 UHF自體도 더욱 高周波數로 高出力의 것이 얻어

圖 5 = 超高周波加黃裝置의 構成圖



지게끔 되어 熱源으로서의 利用은 一躍 實用化에로 發展하고 그展望도 밝게 되었다¹⁵⁾.

以上, 連續押出 加黃成形方法의 沿革과 現狀에 對하여 簡單하게 말했으나 歐洲에 있어서의 各種의 成形方法의 稼動比率은

| | |
|------------------|-------|
| LCM에 依한 連續押出加黃成形 | : 70% |
| FB | : 15% |
| UHF | : 3% |
| 熱空氣 | : 12% |

와 같이 推定되어 있다¹⁶⁾. 한편, 日本에 있어서의 實狀은 이들의 方法이 아직 開發段階에 있어서 그런지 各社의 技術의 機密로되어 있는 點도 많고, 그仔細한것에 對하여는 확실치가 않다. 筆者들의 推察에 依하면

* 1. Devolatilizing extruders of this type are covered by United States patent No.2,774, 105 assigned to du pont

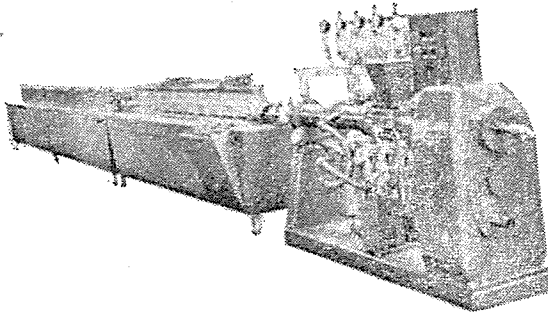
LCM은 20系列餘가 稼動하고 있어서 UHF는 數社에서 實用化的 段階에 들어가 있는 것 같다.

3-1-1. 連續押出加黃成形 시스템의 外部條件

連續押出加黃成形 시스템은 押出機를 中心으로 하는 成形工程과 各各의 시스템에 特長이 있는 加黃工程의 二個의 batch system으로 부터 成立되어 있다. 前者의 成形 工程시스템은 各各의 境遇에 對해서 大同小異하므로 그 共通部分의 成形工程에 對해서 收合해서 말하겠다.

成形工程의 外部 條件因子로서는 主로 加工條件 因子中의 成形工程因子(剪斷歪速度 $\dot{\gamma}$, 成形溫度 T)와 그것에 間接的으로 影響을 끼치는 設計形狀 因子를 들 수 있다. 이들의 外部條件因子는 押出機에서의 barrel head die의 溫度, die의 形狀 Screw의 形狀, Screw의 回轉速度, L/D(L: feed hooper로부터 breaker plate까지의 距離, D:inside diameter of the barrel), back pressure와 같은 制御變數에 依해서 大體로 定해지며 그 刺戟內容은 歪速度나 溫度에 集約된다. 따라서 이들의 外部條件이 成形材料에 刺戟을 주면 材料特有的 流動特性和 같아올려서 各各相異한 實用性能을 갖는 押出成形物이 얻어지게끔 된다. 그 境遇, 刺戟條件의 許容範圍는 內部條件——材料의 特徵에 依해서 決定되며 이것은 某種의 制約條件을 증을 意味한다.

圖 6 = Mikrowellen-Vulkanisierstrecke MWG100



또 어느 連續押出加黃成形에 있어서도 共通問題로 되는 加熱發泡現象은 押出機의 機構와 關聯하고 있음이 明白해지고 있다. 그 解決方法은 押出機中에서의 成形材料에 包含되는 空氣라든가 濕氣의 除去가 可能한 脫氣式 押出機를 使用하는데 있다.

以上과 같이 해서 外部條件因子中의 成形工程因子의 作用에 依해서 成形材料는 어떠한 形態로서든지 力學的 應答을 表示하는 筈이지만 如斯한 材料에 對하여 加黃工程因子가 作用한다. 그때의 制御變數는 使用하는 加黃成形方法에 依해서 變하므로 刺戟條件도 當然相異

하게 된다. 따라서 그들의 貌樣을 各成形 方法에 따라서 以下에 記述하기로 한다.

(A) UHF에 依한 加黃成形

圖 5¹⁷⁾, 6¹⁸⁾ UHF에 依한 連續押出加黃成形裝置의 外觀과 構成圖를 表示했으나 그 加黃工程部分에 對해서 말하겠다. 大體的으로 加黃方法은 熱媒體의 加壓下에서의 傳熱이라고 하는 間接的인 加熱에 依하는데 對하여 UHF에 依한 加黃은 電場에 있어서의 고무分子鎖의 回轉에 依한 摩擦熱, 卽 內部發熱이라고 하는 直接的인 加熱에 依한다. 따라서 加黃工程因子(加黃溫度 時間, 壓力 etc)의 直接的인 制御變數는 印加하는 UHF의 周波數 $f(\text{Hz})$ 電界의 強度 $E(\text{volt}\cdot\text{cm}^{-1})$ 를 들 수 있어 間接的으로 內部條件——成形材料의 電氣的性質도 關與한다. 덧붙여서 UHF를 成形材料에 照射했을 境遇의 發熱量과 그들의 關係를 表示하면

$$P = K \cdot \epsilon' \gamma \cdot \tan \delta \cdot f \cdot E^2 \dots\dots\dots(1)$$

과 같이 表示된다¹⁹⁾.

여기에 P : 고무 練生地 1cm^3 中에 發生하는 熱量 ($\text{watt}\cdot\text{c}^{-3}$), $K(=0.556 \times 10^{-12})$; 定數, $\epsilon' \gamma$; 고무 練生地의 比誘電率(relative dielectric constant), $\tan \delta$; 고무 練生地의 誘電體損失(dissipation factor)이다.

式(1)에 있어서의 周波數는 f 는 實際上 어느 範圍에 限定되어 工業用加熱設備에선 法律로 定해져 있다. 또 같이 電界의 強度에 對해서도 制約이 있다고 生覺이 된다. 따라서 如斯한 制約條件下에선 發熱量은 거의 內部條件因子——고무成形 材料의 組成의 問題에 依存하게 되는 것이다.

以上 UHF에 依한 加黃成形 裝置에서의 制御變數와 加黃工程因子의 關係를 中心으로 하여 시스템으로서의 움직임에 對해서 말했다. 이 結果로부터 發熱量이 커질수록 加黃時間이 短縮되며 生産性이 增加한다고 하는 推論이 얻어진다.

그러나 裝置의 經濟性의 面으로부터 制御變數가 成形材料에 印加되는 時間에는 制限이 加해지므로 成形工程을 치른 材料를 UHF部에서 加熱한 後 二次 熱風爐로 加黃을 完結시킨다.

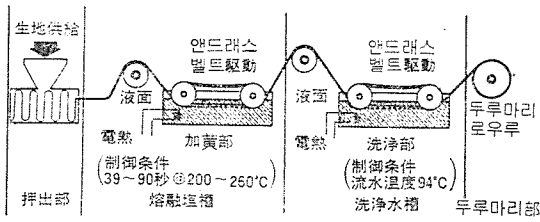
二次 加黃工程中的 制御變數로서는 熱風의 溫度, 滯在 時間을 들 수 있으나 이들은 從來 行해져 왔던 加黃方式의 境遇의 何等다른 點이 없다.

또 UHF를 爲始한 連續押出 加黃成形은 他의 成形 加工의 경우와 比較해서 設計形狀因子라고 하는 點에서도 많은 制約 條件이 加해진다.

이것은 押出成形工程에서의 製品 形狀이 限定되는 點 및 加黃工程에서의 製品形狀과 溫度 열폭의 關係로 해서 成形物의 크기에 制約이 加해지는 것 등이다.

이 事情은 LCM, FB의 境遇도 同樣이다. 그러나 UHF는 內部發熱이라고 하는 加熱方式을 取하기 때문에 LCM, FB의 경우보다도 制約은 적이다.

圖 7 = LCM의 機構圖



(B) LCM에 의한 加黃成形

圖 7에 LCM에 의한 連續押出加黃成形裝置의 構成圖를 表示했으나 加黃工程部分에 對해서 말하겠다. LCM은 機能的으로는 從來의 加黃方式과 같으며 熱媒體의 傳熱에 依한 加熱方式을 取한다. 그러나 熱媒體라고 하는 點에서 本質적으로 相異하여 있어서 二性質이 加工條件因子——加黃工程因子를 支配한다. 이 境遇 熱移動의 速度는

$$q = -\lambda \cdot A \cdot \frac{dt}{dl} \dots\dots\dots (2)$$

에서 表示된다²⁰⁾. 여기에 q : 熱移動의 速度 (cal·sec⁻¹)
 λ : 熱傳導率 (cal·cm⁻¹·sec⁻¹·deg⁻¹). A : 熱移動의 方向에 直角인 面積 (cm²). t : 成形材料의 溫度 (deg). l : 成形材料의 두께 (cm)이다. 上式으로부터 明白한 것처럼 制御變數는 熱媒體의 沸點가 熱傳導率로 된다. 卽 加黃工程因子를 支配하는 熱移動量은 溫度傾斜, 熱傳導率이 클수록 크게 된다. 溫度傾斜를 크게하기 爲해서는 高溫에서도 熱安定性이 좋은 高沸點의 熱媒體가 有效하다. 그러나 熱媒體의 選擇은 成形材料自體의 熱安定性 限界와 加熱 發泡라고 하는 內部條件 因子의 制限을 받고 있다. 따라서 上述한 條件外에 成形材料에 劣化를 안일으킬만 한 霧圍氣와 溶融한 熱媒體의 液壓이 成形物에 充分히 加해지게끔 組成과 比率를 考慮할 必要가 있다. 實際 使用되는 熱媒體로서는 金屬鹽, 有機化合物, 無機鹽類 등이 있으나 잘 알려지고 있는 것은 du pont社에서 開發된 HITEC²¹⁾이다.

HITEC는 KNO₃; 53%, NaNO₂; 40%, NaNO₃; 7%의 共融 混合物이며 如斯한 目的에 是 理想으로 되어 있다. 設計形狀因子에 對한 制約은 UHF보다 LCM의 쪽이 크다. 이것은 加熱方式이 傳熱에 依하는 以上 不得已하다.

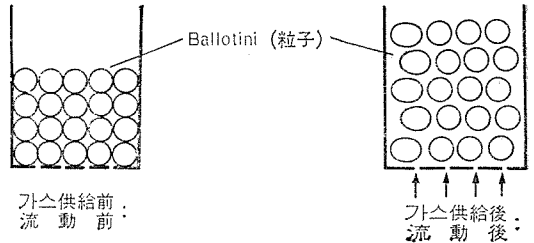
이 問題는 成形物의 比表面積을 크게 하여 傳熱의 效率을 올림으로써 解決이 되나 後續處理의 洗淨工程上, 複雜한 形狀의 것은 制限된다. 또 充填劑에 熱傳導率이 큰 것을 使用하는 것과 같이 內部 條件因子에 制限

을 加함으로써 目的을 達成할 수도 있을 것이다.

(C) FB에 依한 加黃成形

FB도 LCM과 同樣, 加黃은 熱媒體의 傳熱에 依하므로 熱媒體의 性質이 加工條件因子로 된다. 熱媒體는 ballotini라고 불리어지는 直徑 0.1~0.2mm의 玻璃小球로서 그 使用時의 機構를 圖 8에 表示한다.

圖 8 = FB의 機構說明圖



이 機構는 작은 玻璃粒子를 加熱그라스로 불어 올림으로써 恰似液體가 流動하고 있는 것과 같은 狀態를 만든다. 그리하여 그중에서 押出成形物을 連續적으로 보내어 加黃을 行하는 셀이다. 따라서 이 境遇 玻璃球粒子와 熱空氣의 混在狀態의 熱傳導率과 加熱가스의 溫度가 加黃工程因子를 制御하는 變數로 된다. 玻璃球의 熱傳導率은 固體이므로 크며 圖 8에 있어서의 充填

圖 9 = Loss factor as a function of temperature for various elastomers.

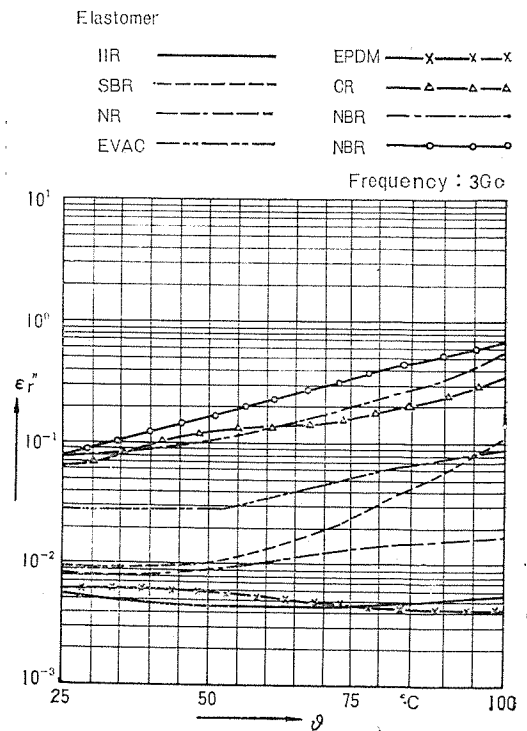
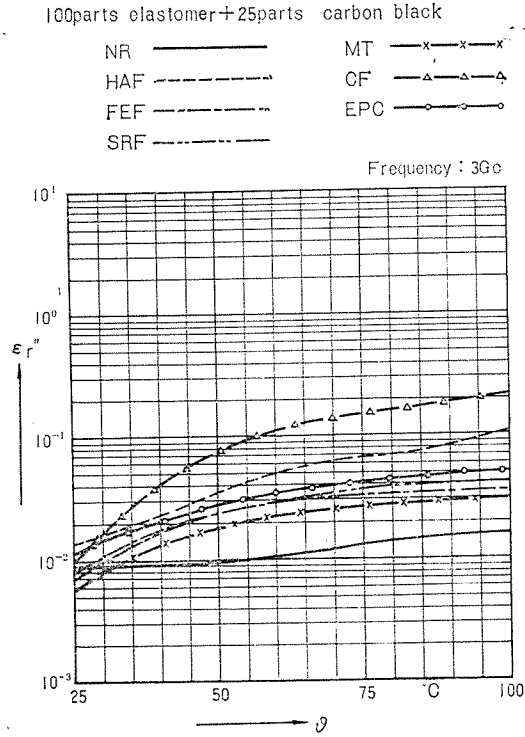


圖10=Loss factor as a function of temperature for various carbon blacks (25phr) in natural rubber.



률이 50 정도이며 눈에 띄는 열전도율은 열공기의 그것의 50 배 있다고 일켜어진다²²⁾.

圖11=Dielectric heating of various elastomers in an ultra high frequency field.

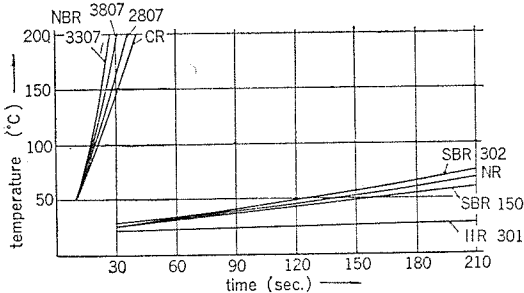
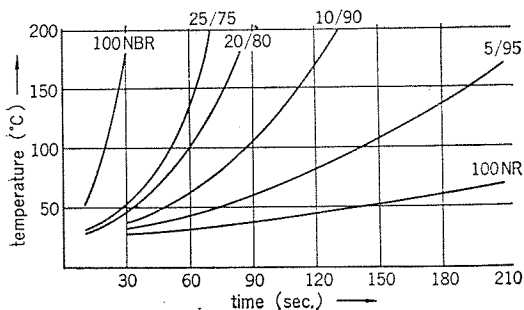


圖12=Dielectric heating of blends of natural rubber and nitrile rubber.



그라스球 粒子的 充塡比率를 增加시켜 감에 따라 熱傳導率은 더욱 上昇함은 말할것도 없다. 또, 壓力' 霧圍氣를 制御하는 變數도 ballotini의 充塡比率에 關係하여 온다. 이와 같이 ballotini의 充塡比率은 加黃工程의 大部分을 制御하는 變數라고 할 수 있겠다.

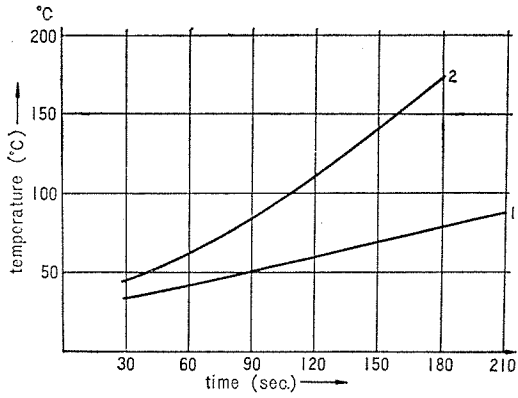
實用性能指標群에서 의 生産面으로부터는 充塡比率이 클수록 바람직하나 너무크면 流動이라고 하는 機構의 特長이 喪失된다. 設計形狀因子에 對하여는 LCM과 同様, 制約을 받는다.

3-1-2. 連續押出加黃成形 시스템의 內部條件

外部條件의 項에서도 말한 것처럼 UHF에 의한 加黃成形에선 成形材料의 電氣的인 性質이 實用性能指標群의 大部分을 決定짓는다. 卽 UHF에 의한 電場이 一定한 境遇, 成形材料의 發熱은 材料의 $\epsilon''\gamma$, $\tan\delta$ 의 值가 어느 程度 커지고서 비로소 効率이 높아지며 高溫短時間의 連續押出加黃이 可能해진다. 따라서 UHF에 의한 連續 押出加黃配合設計에 當해서는 內部條件因子의 大勢를 決定짓는 $\epsilon''\gamma, \tan\delta$ 值가 于先 重要한 指標로 된다. 또, 이들의 指標는 溫度나 周波數의 關數이기도 하므로 UHF의 制御變數인 發熱量은 複雜한거動을 表示하여 이것이 此種의 成形加工의 發展을 저해하여온 하나의 큰 理由 이었다. 現在에도 UHF 加黃裝置의 進歩에 比하여 內部條件因子의 研究는 지연되어 있어서 單只 Ippen¹⁹⁾, Oettner²³⁾ 등에 依한 基礎的인 實驗結果에 對한 報告가 보일 뿐이다. 圖 9-13에 Ippen의 結果의 一部를 揭示했다. 圖 9, 10은 各各各種 포리머어 NR에 各種 카아본블랙을 25phr 配合했을 경우의 $\epsilon''\gamma$ ($\epsilon''\gamma = \epsilon''\gamma \cdot \tan\delta$; loss factor)과 溫度의 關係를 表示한다.

圖 11, 12는 各各各種 포리머어와 NR/NBR 브랜드物의 誘電發熱을 表示한다. 또 圖 13은 極性 物質의 附與效果를 表示한다

UHF에 의한 加黃成形의 內部條件 因子의 效果에 對해서 의 研究가 늦어지고 있는 原因은 發熱機構 自體의 複雜性과 裝置가 大規模에 기인한 經濟性에 있다. 後者의 問題에 對해서는 圖 14¹⁷⁾와 같은 簡易 오오펜을 使用하는 것이 效果의 이라고 되어 있다. 이 方法은 直接成形材料인 $\epsilon''\gamma \cdot \tan\delta$ 등의 值를 求할 수는 없으나 圖 11과 같은 時間~溫度曲線은 充分求해진다. 內部條件因子와 함께 重要한 因子로서 準備工程因子를 들수 있다. 準備工程因子는 內部 條件 因子가 同一해도 成形材料의 加工物性——他의 加工條件因子와 實用性能指標因子의 關係에 影響을 끼치기 때문이다.



| | 1 | 2 |
|------------------------|-------|-----|
| Natural rubber | 100.0 | |
| VULKASIL A1 | 10.0 | |
| Zinc oxide transparent | 0.5 | |
| Stearic acid | 0.5 | |
| Paraffin wax | 0.5 | |
| Paraffin oil | 1.0 | |
| Antioxidant TSP | 1.0 | |
| Sulphur | 2.5 | |
| VULKACIT F | 1.0 | |
| Triethanol amine | | 1.5 |
| Diethylene glykol | | 1.5 |

圖13=Effect of polar compounds as microwave activators of dielectric heating on transparent hose compound.

圖 14

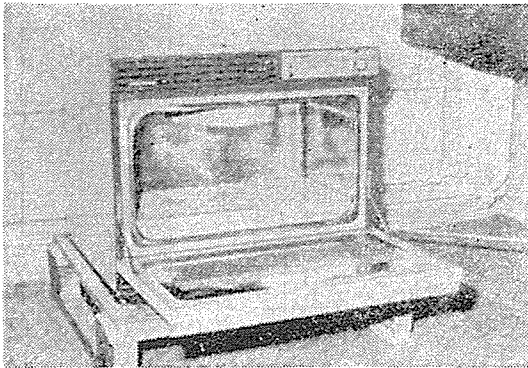


圖15=LCM 에 있어서의押出 고무의直徑과適正加黃時間의關係

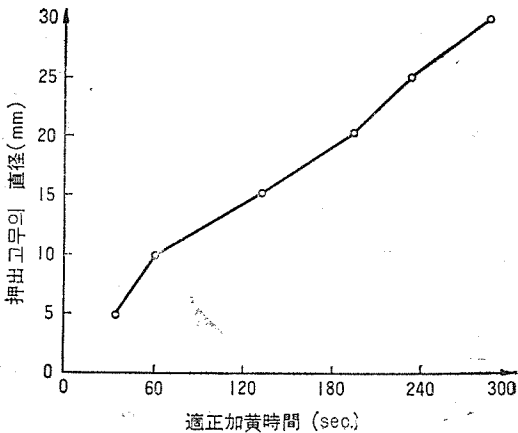


表 1 고무配合量에 의한 熱傳導率 K의 變化

| 고무配合量(充填劑不明) | 熱傳導率 K |
|--------------|---------------------|
| 100% | 32×10^{-5} |
| 92 | 39 |
| 83 | 42 |
| 67 | 42 |
| 50 | 53 |
| 44 | 60 |
| 40 | 68 |
| 38 | 70 |

| 普通充填劑의 K值 付記 | $\times 10^{-5}$ |
|--------------|------------------|
| 亞鉛華 | 166 |
| 顏料酸化鐵 | 132 |
| 炭酸마그네슘 | 103 |
| 리도폰 | 94 |
| 炭酸칼슘 | 84 |
| 카아본블랙 | 67 |
| 타르크 | 58 |
| 硫黃 | 12 |
| 天然고무 | 32 |

예를들면 UHF의 境遇 準備工程에서 成形材料에 不均質狀態가 생기면 加黃工程에서 過熱 일록이 생기든가 또는 發火의 原因으로 되기때문이다. 再練熟成 等 成形材料의 管理에는 充分한 注意를 기울일 必要가 있다.

LCM, FB에 의한 加黃成形에선 熱媒體의 熱傳導率이 加工條件因子로 重要한 機能을 차지했으나 內部條件因子의 面에서도 重視하지 않으면 안되는 것은 熱傳導性이다.

圖 15⁽⁶⁾은 押出成形物과 適正加黃時間의 關係를 表

表 2 포리머의 使用限界溫度

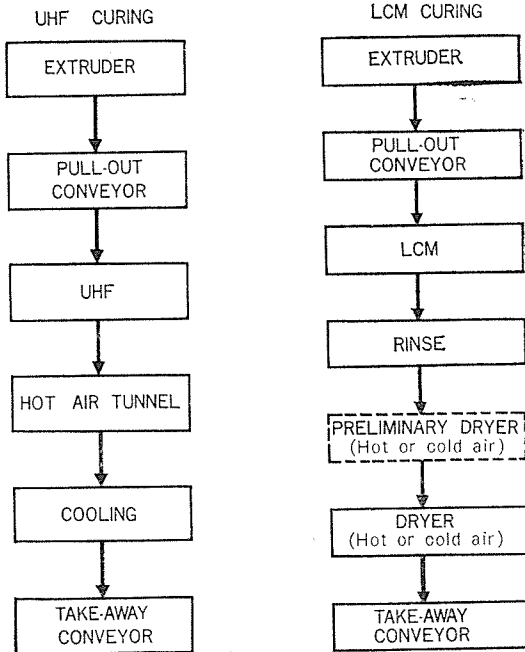
| polymer | temperature | limitation |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------|
| NR, NR/BR IR | max, 230°C | 이 以上の 溫度로 되면 表面이 粘着하여 過加黃, 解重合이 일어난다. |
| SBR, SBR/ BR CR, NBR, IR EPDM | max, 300°C | 이 以上の 溫度로도 使用可能이다. |
| OER | max, 250°C | 이 以上の 溫度로 되면 오일이 分離한다. |
| 파아옥사이드 加黃 EVA EPM, EPDM | max, 210°C | 이 以上の 溫度로 되면 過酸化물이 分離해서 生泡를 發生한다. |

示하나 徑이 커짐에 따라 適正加黃時間은 大幅으로 增加하여 短時間 加黃이 어려워짐을 表示하고있다. 이 結果로부터 良好한 熱傳導의 材料가 實用性能指標群에 있어서의 生産面으로부터도 不可缺하게 된다.

材料의 熱傳導性은 表 1⁶⁾에 表示하는 바와 같이 內部條件因子의 하나인 充塡劑의 種類와 그 充塡比率에 依하는 바가 크다.

LCM에 依한 加黃工程은 普通 230°C 附近의 超高温

圖16=UHF VERSUS LCM SYSTEMS



域에서 行해진다. 그 結果, 內部條件因子 特別 原料 고무의 種類는 自然 加工條件因子로 부터 制限을 받는다 表 2²⁾에 各種 포리머의 限界加黃 溫度를 表示했다. 또 加工油의 種類도 加黃溫度附近에서 氣化하기 쉬운 低沸點物을 包含하는 것은 바람직하지를 않다고 하는 制限을 받는다. FB의 경우는 180°C가 標準加黃溫度이며 加工條件因子로부터 받는 制限은 적다. 此外의 問題로서는 成形加工中에서의 스크오치 라고하는點에서 內部條件因子中의 加黃促進劑가 制限을 받는다.

3-1-3. 加黃成形方法으로서의 考察

連續押出加黃成形으로서 UHF, LCM, FB에 對해서 記述했으나 이들의 長點·短點을 比較하는 것은 興味롭다. 여기서는 서로 異質의 것의 代表로서 UHF와 LCM을 取扱하여*2 兩者의 典型的인 特長을 시스템의 入出

力의 面으로부터 收合한 것이 表 3이다.

또 圖 16²⁾는 UHF와 LCM의 工程인 block diagram의 比較이다. 表 3으로부터 UHF와 LCM은 그 本質에 있어서 二律背反의 加黃成形方法이라고 할 수 있다.

表 3 UHF와 LCM의 比較

| | UHF | LCM |
|----------|--|--|
| 內部條件因子 | 極性的 고무, 配合劑에만 有效하게 作用한다. | 配合上의 制約이 적으며 普通의 押出 고무 配合에 널리 使用된다 |
| 加工條件因子 | 二, 三의 고무에 對하여는 酸化의 念慮가 있다. 特別 NR이나 過酸化物 架橋 포리머어 | 酸化의 念慮는 없다. 뜨기(浮) 쉬운 押出 고무는 加黃中 變形을 받기 쉽다. |
| 設計形狀因子 | 軟質이며 複雜한 形狀의 고무로도 거의 變形하지 않는다. 大口徑의 押出 고무도 迅速加黃이 可能하다. | 複雜한 形狀의 押出 고무의 境遇熱媒體를 完全히 除去 하는 것은 어렵다. 大口徑의 押出 고무는 制限을 받는다. |
| 實用性能指標因子 | 아름다운 加黃物이 얻어진다. 內部 發熱 때문에 熱效率이 높다(UHF: 53%, LCM: 11.8%) 設備費·維持費 등은 LCM에 비해 折半 程度이다. | 薄物中空 押出 고무의 高速加黃에 適合하여 있다. |

然이나 시스템全體의 作用面으로부터는 UHF의 優位性이 明白하며 今後連續押出 加黃成形의 主流를 漸次 차지하여 갈 것으로 思料된다.

3-2. 射出加黃成形

一般的으로 射出加黃成形이란 미리 閉鎖한 몰드의 卡비티內에 豫熱可塑性한 成形材料를 射出充塡시킴으로써 成形加黃의 二工程을 同時에 效率 좋게 行하는 方法이다.

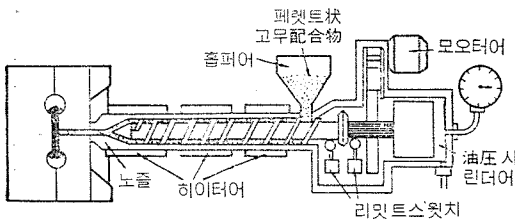
따라서 從來의 몰드成形에 있어서의 豫備成形作業 몰드를 取扱하는 作業, 마무리 作業의 一部가 省力化되며 또한 치수 精度가 높으며 材質의 安定性에 豊富한 製品이 얻어진다고 하는 特長이 있다.

* 2 LCM과 FB는 外部條件, 內部條件, 共히 共通點이 많으므로 FB에 對해서는 省略함.

現在 此種의 成形加工方法은 自動車用部品과 같은高級의 型物 工業用 고무製品이라든가 某種의 新발類關係에 使用되고 있다.

또 이 成形加工方法은 本稿의 最初에서 말한 것처럼

圖17 = 射出成形機의 構造模式圖



고무製品 生産의 經濟性에 充足되어 있고, 今後 더욱普及되어 갈 것으로 보인다. 圖 17에 射出成形機의 構造模式圖를 表示한다.

元來 고무材料의 成形加工에 射出加黃成形機가 使用 되기 始作한 것은 1940年이다²⁵⁾. 當時, 스티렌樹脂成形加工品이 市場에 出現하여 需要가 높아지고 있었으나 그 成形加工方法에 射出成形機가 適用되기 始作하여 合理性이 높이 評價되었다. 그後 그方法은 漸次 其他의 프라스틱材料의 成形加工에도 浸透하여 普及되어갔다.

한편 고무 加工業界에 있어서도 이 事實에 對하여서는 以前부터 檢討되어 왔으나 고무材料의 成形加工이 프라스틱 材料의 그것과 比較하여 本質的으로 相異하

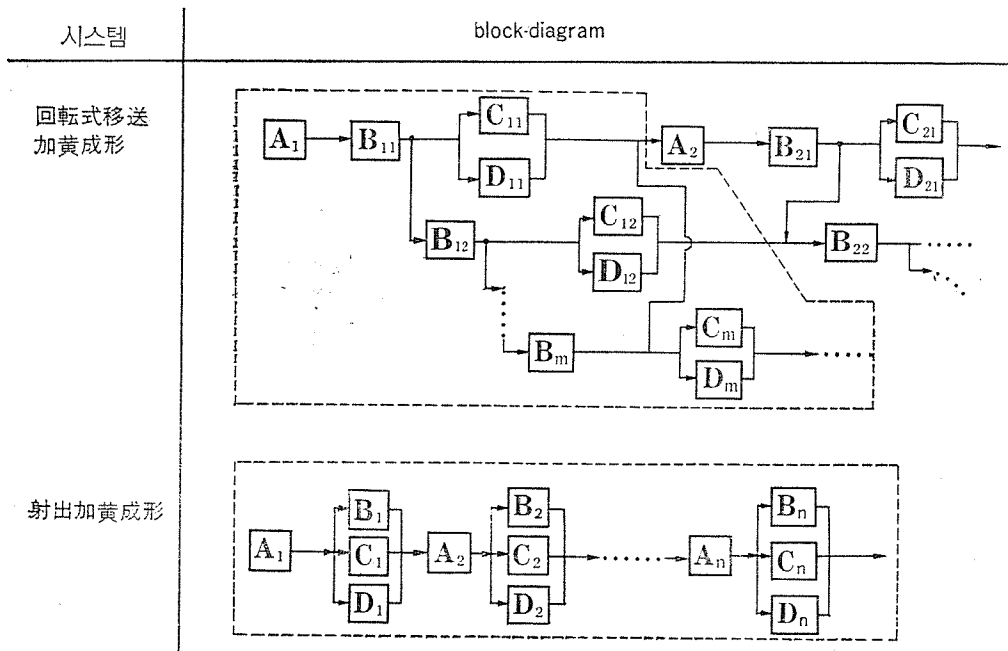
다고 하는 點——加黃工程의 不可缺性이 實用化를 阻害하고 있었는 것 같다.

그러나 고무工業에서의 省力化問題, 新材料의 開發과 잘어올려서 成形加工技術은 合理的인 方向으로 指向되게끔 되었다. 爲先 그 過渡의인 段階로서 移送成形(transfer molding)이 있다. 이 方法은 그 當時의 고무 加工技術에 있어서 特別한 難點도 없고 도리어 豫備 作成 作業이 大幅으로 短縮되어 製品의 치수 精度도 높고 均質한 고무 製品이 얻어진다고 하는 利點도 있어서 고무材料의 몰드成形의 一部에 容易하게 使用되어 갔다. 1960年 頃이 되면서 移送加黃 成形技術의 充實과 어울려서 當時의 射出加黃成形技術의 問題點이 차례 차례로 解決되어 갔다. 例를들면 射出成形 材料의 力學的 刺戟條件을 고무材料에 適合시킬 것, 卽 프라스틱材料用의 射出 成形機 自體의 改良, 또한 射出時의 고무材料의 力學的인 內部發熱과 스크오치의 問題等과 같은 技術的인 問題點의 解決이 行해져서 射出加黃成形加工의 技術發展의 端緒가 열리게끔 되었다.

結局 當時의 射出 加黃成形의 方法은 移送成形과 比較하면 1순트의 사이클타임이 길며 移送成形과 本質的으로 何等 다른 利點이 없었다.

그때문에 그當時로서의 成形加工의 技術的인 注目的은 오히려 移送成形의 合理的인 形式인 回轉式의 것이 主이었다. 이 裝置은 고무 成形材料의 壓入機 1基

圖18 = block diagram 에 의한 回轉式移送加黃成形, 射出加黃成形 시스템의 比較



A, B, C, D 는 圖 1 과 同, Ai 및 Bij의 添字는 i: cycle, j: 番號의 工程을 表示함

에 대해 가황용 프레스기를 5~20臺組立한 것이며 같은 작업을 연속적으로 反復함으로써 시스템의 待機時間을 적게 한다고 하는 點에 있어서 合理的인 特徵을 갖는다. 圖 18에 이 시스템의 block diagram을 射出加黃成形的 그것과 對比해서 表示했다.

如斯한 背景으로부터 시스템의 사이클타임을 적게하기爲해서 成形材料의 加黃工程의 短縮에 對해서 研究되어 有效加黃方式의 加黃系等의 加工技術이 開發되었다 그 結果 加工機器의 사이클타임을 短縮시킨다고 하는 從來부터 問題로 되어 있었던 重要性은 稀薄해가고 回轉式 移送加黃成形式과 같은 多스테이션機器로부터 壓入機 1臺에 對하여 加黃용 프레스 機 1臺의 單스테이션 機器까지 推移해 갔다, 한편 加工機器의 開發과 함께 原料고무 材料面의 開發에 있어서도 射出加黃成形的 進歩를 한층더 促進시킨 것 같다.

그들의 시스템의 傾向을 圖 1.18의 block diagram 으로부터 考察하면 完全한 맞치시스템인 프레스加黃 成형 으로부터 맞치—멀티 併用시스템인 移送加黃成형, 멀티시스템인 射出加黃成형으로 推移하고 있음을 알 수 있다. 이들의 詳細한 事項에 對하여서 以下에 記述할 작 경이다.

3—2—1. 射出加黃成형시스템의 外部條件

射出加黃成형 시스템에선 外部條件因子인 加工條件因子의 成형工程因子와 加黃工程因子는 멀티 形式으로 入力으로써 作用한다는 것을 말했다. 한쪽의 射出成형部에서의 成형工程因子는 成形 材料의 剪斷歪速度와 成형溫度를 들 수 있으나 機構的으로는 押出成形的 그것과 相異 하지 않다.

然이나 射出成형部の 力學的 刺戟 條件인 剪斷歪速度의 領域이 $10^3 \sim 10^6 \text{ sec}^{-1}$ 以上에 對하여 押出成형部에서의 그것과 $10^2 \sim 10^3 \text{ sec}^{-1}$ 으로 相當히 相異하다⁸⁾

射出成형에선 노즐에서의 過大한 剪斷歪에 依한 材料의 局部發熱이 生하여 押出成형에 보이지 않는 成형材料의 溫度上昇이 隨伴된다.

따라서 成형工程因子는 刺戟條件인 barrel head의 溫度와 같은 制御變數以外에, 如斯한 發熱을 考慮하지 않으면 안되게 된다. 普通, 그 境遇의 發熱量 $Q(\text{cal})$ 는 剪斷歪速度 $\dot{\gamma}(\text{sec}^{-1})$ 의 層流를 假定했을 境遇에

$$Q = q\dot{\gamma}a^2 / 12K\tau \dots\dots\dots (3)$$

으로 表示된다. 여기에 q : 剪斷應力($\text{dyne}\cdot\text{cm}^{-2}$) $\dot{\gamma}$: 剪斷歪速度(sec^{-1}), a : 고무材料의 두께(cm), K : 고무材料의 熱傳導度($\text{cal}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{sec}^{-1}\cdot\text{deg}^{-1}$)이다. 이로부터 發熱量을 支配하는 剪斷歪速度, 고무의 두께 等은 스크류 回轉數, 背壓, 射出壓노즐徑, L/D (L : 노즐의 길이

D : 노즐의 直徑)와 같은 射出成형機의 制御變數에 依해서 定해지나 剪斷應力, 고무의 熱傳導度는 內部條件因子인 成形材料의 關數로 됨을 알 수 있다. 結局 事實은 이들의 制御變數가 內部條件에 制限을 附加함을 意味한다. 이들의 制御變數와 發熱量의 關係를 表示하는 實驗例로서 圖 19~24에 M. A. Wheelans의 結果를²⁷⁾ 揭示했다.

配合處方과 各制御變數의 說明은 圖 19에 表示했다 이런 것들의 結果로부터 明白한 것처럼 노즐徑이 發熱量에 對해서 가장 큰 影響을 끼칠 수 있다. 其他의 制御變數는 發熱量에 對해서 多少의 影響을 주나 노즐徑만치 顯著하지는 않다. 또 여기에 있어서 發熱量은 스크류 回轉數와 함께 一方的으로 增大할 더인 바 $100 \text{ rev}\cdot\text{min}^{-1}$ 의 近處에서 最大를 보이고 그 以上에 선 減少 하고 있는 事實은 興味깊다. 이 理由는 아마도 成形材料中에 air-trap(集)이 發生한 것에 依한다고 思惟된다.

他方, 加黃工程因子로서는 溫度, 時間, 壓力등을 들 수 있으나 이들은 直接的으로는 물드溫度, 사이클타임, 물드조임壓力, 물드로부터의 傳熱速度와 같은 制御變數와 關聯을 갖는다. 然이나 溫度因子는 前述한 barrel, head의 溫度 및 發熱量에 依해서 間接的으로 影響을 받음은 明白하며 成形物의 크기·形狀등의 設計·形狀因子에 依해서도 制限을 받는다. 加黃溫度는 높을수록 實

圖19=實驗에使用한 射出加黃成형機 (Peco 21 TS) 의略圖와各制御變數, 配合處方

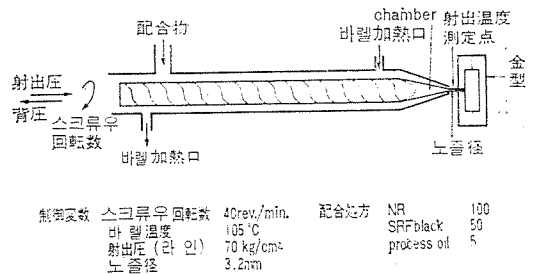


圖20= 스크류 回轉數와射出溫度

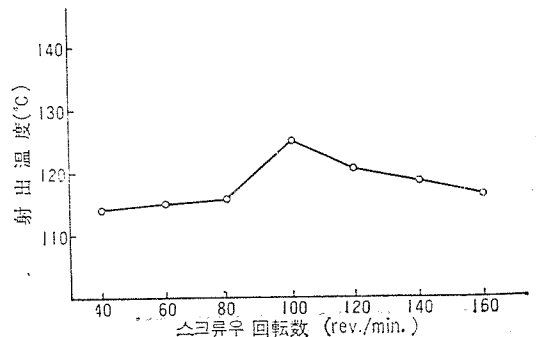


圖21 = 스크류우·背压과射出溫度

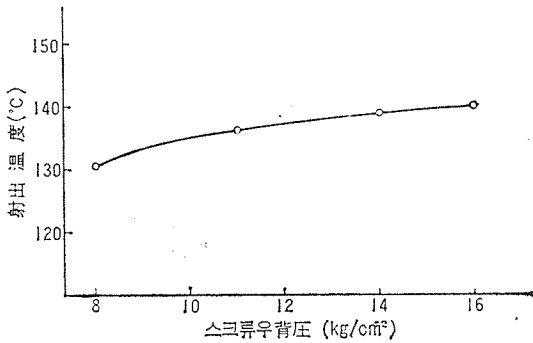


圖22 = 바렐溫度와射出溫度

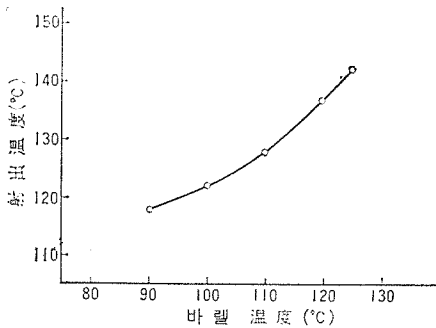


圖23 = 射出壓과射出溫度

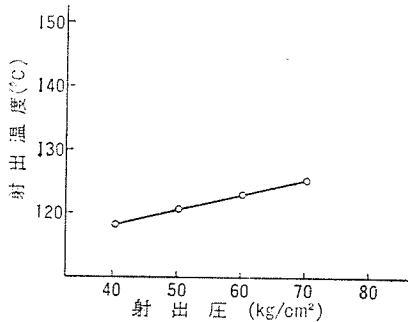
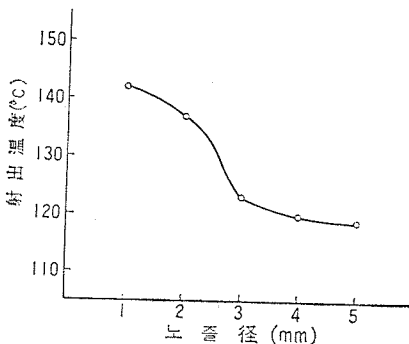


圖24 = 노 直徑과射出溫度



用性能指標因자의 生産性, 코스트에 對해서 有利한 것은 明白하다. 然이나 成形材料의 耐熱限界, 스크오치의 問題에 의해서 內部條件因자에 制限을 받는다.

加黃時間은 짧으며 壓力은 높을수록 實用性能 指標因자의 生産性·코스트에 對해서 有利하나 適用性 安全性이라고 하는 面에선 制限이 있다. 最後로 設計形狀因자에 對하여는 製品의 고무살이 두터울 경우 生産性에 不利할 것으로 豫想되나 이 問題는 上述한 發熱에 依해서 緩和된다. 然이나 大型製品이 라든가 長尺의 것에 對해서는 設備上의 制約을 받는다.

3-2-2. 射出加黃成形시스템의 內部條件

前述한 바와 같이 射出加黃成形의 技術的인 開發은 主로 成形機에 있어서의 外部條件을 中心으로하여 行해져왔다. 따라서 內部條件因자인 配合系因자에 對한 思考方法은 恒常外部條件에 對하여 從屬의 이 었다.

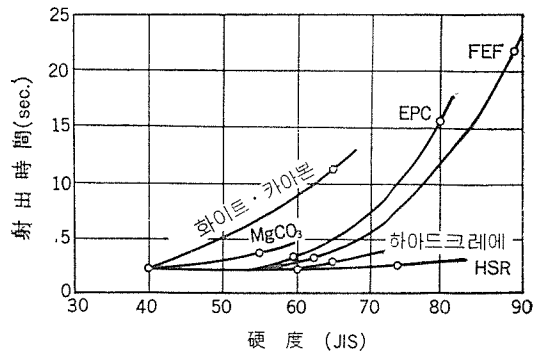
또한 그것은 單只成形材料의 흐름을 좋게 한다고 하는 意味에서의 流動特性과 사이클타임의 短縮에 効果的인 加黃特性이라고 하는 兩面으로부터 獨立的으로 檢討가 行해져왔다. 그結果 實用性能指標因자에 있어서의 生産性面에 있어서 當初는 高溫短時間加黃에 對한 志向이 有利하다고 看做되어 온 것은 當然할 것이 다.

이것은 成形材料의 溫度를 시린더內에서의 傳熱에 依해서 加黃溫度에 接近시킴과 同時에 加黃의 熱收支의 效率을 높여 成形材料의 흐름을 좋게한다는 것에 不週하다. 그러나 이러한 思考法으로서는 內部條件인 配合系因자에 스크오치의 危險性이 없어서 熱傳導性이 極히 좋지 않으면 안된다고 하는 고무材料에 있어서 困難한 條件이 附加된다. 이點 萬一式(3)에 있어

圖25 = 充填 劑種類의流動性

포리머어 SBR 1507

制御變數: 射出壓 1250kg/cm² 파렐溫度 50°



서射出成形部에서의力學的刺戟條件에對해서充分한發熱의寄與가期待되는成形材料에있어서는이들의制約條件은크게緩和되는方向을取한다.結局同一剪斷速度에있어서흐름이좋은材料보다도發熱의크기가制約條件으로서技術的으로重要な뜻을갖는다고할수있을것이다.이들의具體的인狀況은圖25에있어서의各種充填劑를配合한SBR 1507材料의流動特性²⁸⁾, 및表4에揭示한各種原料고무의發熱性比較結果에依해서엿볼수가있다²⁹⁾.爲先SBR 1507에對한充填劑의流動特性에미치는效果에선加黃成形物의硬度가同一하다고하는充填量下에서는Hard Clay配合물이流動성이좋은HSR(하이시치렌고무)의그것과가까운데對하여화이트카아본配合물은그다지良好하지않음을알수있다.

다음으로各種原料고무에對한HAF 카아본블랙配合物의發熱比較에선特히IR과NBR에있어서IR은發熱量이적은데對해서反對로NBR은發熱量이많아서各各의特徵을엿볼수가있다.

이들의結果는成形材料의發熱量이使用原料고무의種類와充填劑의種類에依해서거의決定되며量에는影響을받지않음을表示하고있다.射出加黃成形에선實用性能指標因子에있어서의生産面으로부터高溫短時間加黃性能이要求되므로

表 4 各種原料고무의發熱性比較

| 포 리 머 어 | 發 熱 量 |
|----------|-------|
| SBR 1500 | 38°C |
| SBR 1712 | 25 |
| NBR | 60 |
| IR | 10 |
| IIR | 26 |
| NR | 35 |

註) HAF black 量은各各의配合物의 comp'd ML이一定하게되게끔調節되어있다(ML 65).

內部條件에있어서의스코오치安定性, 速加黃性, 加黃平坦性, 熱安定性, 높은架橋效率를表示하는加黃系가必要하다고하는制限이加해진다. 그들의概要를以下에簡單하게收集하여둔다.

a. IR 或은 NR의單純配合에선180°C以上으로되면成形材料의加黃原狀復歸의現象이顯著하다.故로內部條件因子에의制限으로서無硫黃或은有効加黃系를適用할必要가있다.

b. SBR, BR, NBR은加黃工程因子(溫度·時間)에對해서安定이므로加黃系에對한制限은前者보다緩和된다.

c. 無硫黃加黃系の境遇, 스크오치·부름, 加黃平坦性이라고하는實用性能上, 몰포린 Disulfide에치아줄또는치우람을併用할必要가있다.

d. 有効加黃系の 경우, 實用性能指標面에는 거의問題點이 없으며 高溫加黃에 있어서의 加黃原狀復歸의抵抗성에 뛰어난 스크오치의 危險성이 적은 加黃成形물이 얻어진다. 또 그 加黃物은 耐老化性和 耐壓縮 永久歪性に 뛰어난 등의 特長을 가지나 反面, 耐屈曲疲勞성이 劣等하다고하는 缺點이 있다.

e. 펠옥시드 加黃系에선 實用性能指標面에서 問題點을 남겨두고 있다. 그들은 스크오치 타임이라든가, 加黃速度等を 콘트롤하기 어렵다는 것등이다.

3—2—3. 加黃成形方法으로서의 考察

射出加黃成形方法是 시스템의 形態面에 있어서 射出機構와 加黃機構의 멀티化 된 것으로서 現在의 加工方法으로선 가장 合理的인 시스템임을 記述했다. 이 방법은 從來의 Batch 的인 加黃成形方法和 比較해서 고무工業에서의 省力化, 生産의 合理化 등의 實用性能面에 있어서 許多한 優位性을 가질 것이 期待된다. 然이나 시스템工學上 問題로되는 入出力(配合系因子, 加工條件因子, 實用性能指標因子)의 作用이 相互交錯해서 宏壯히 複雜한 舉動을 表示한다.

또한 그들은 서로 複雜한 制約條件을 갖고 있어서 技術研究에 있어서의 制御可能한 因子數는 적다. 그結果 研究成果의 擴大에는 融通性을 缺하므로 今後는 加工條件因子와 配合系因子의 兩面으로부터 그들의 制約條件을 완화할 것이 重要하다고 生覺된다.

더우기 이 방법은 從來의 프레스 加黃成形方法에 보이지 않는 射出成形機라든가 몰드의 設備投資 등의 問題가 追從하기 때문에 그것에 버금할 만큼의 稼動率을 살리는 것과 같은 市場背景이 必要해질것 이다.

萬一 이와 같은 條件이 充滿 된다면 이 방법은 某種의 工業用品에 있어서 生産성이 8 倍, 材料ロス가 2 分の 1 코스트가 4 分の 1로 된다고하는 試算도 되어 있으며 今後 加一層의 發展이 기대된다고 할것이다.

4. 後 記

시스템工學的인 觀點으로부터 고무材料加工에 있어서의 最近의 加黃成形加工方法의 志向에 對해서 記述한 셈이다.

그중에서 現在發展途上에 있는 連續押出加黃成形과 射出加黃成形의 周邊과 그 位置결정을 明白히 하였으

나 그 내용은 定量的인 면에서 多少의 不備한 部分은 免할수가 없었다. 그것은 시스템形態에 있어서의 맞치로부터 멀티에로의 移行이라든가, 待期時間의 短縮이라고 하는 表現에 보이는 것처럼 入出力의 時間的인 舉動에 對한 取扱이 不充分했기 때문이다.

換言할 것 같으면 入出力의 時系列의 問題에 對해서 定量的인 解析을 行하고 있지않다는 것으로 歸着된다.

如斯한 取扱은 位置決定의 定性的인 背景을 明白히 하는 點에선 充分目的을 達成할 수 있으나 시스템의으로 極히 類似한 加工機器의 差異를 明確하게 한다고하는 目的에는 반드시 妥當한것은 아닐 것이다. 이 解決에는 時系列의 分析이 可能한 시스템모형을 設定함으로써 達成될 것이다. 그結果 各各의 시스템에 對해서 位置결정을 行할뿐아니라 今後의 志向을 探索하며 더 욱 合理的인 價値의 높은 시스템의 設計에도 有效한 指針이 얻어지는 것은 아닐 런지

5. 文 獻

1) 例를들면 金子秀男：應用 고무加工技術 上 卷, p.3 大成社(1967).

2) 坂田 元記：工業材料, 19, [10], 70, (1971)

3) 藪田司郎：日고무協會誌, 46, 581, (1973)

4) 高嶋正昭, 川又昭雄, 藪田司郎：合成 고무, 12, [2], 25(1970)

5) 藪田司郎：Plastics Age, 17, [10], 57, (1971)

6) 近藤次郎：시스템工學, p.19, 丸善, (1970)

7) 山下晋三：日고무協會誌, 43, 682, (1970)

8) E.A. Collins, J.T. Oetzel：Rubber Age, 101, [5] 63, (1969)

9) B.M. Gorelike, V.V. Chelisher; Soviet Rubber Technol., 18, 29(1959)

10) M.A. Schoenbeck; Rubber Age, 83, 88 (1958)

11) Hughes 等：Proceeding Report of Forth Rubber Technolngy Conference.

12) Ross, New Scientist, 14, 650 (1962)

13) 例를들면 富久宏太郎：러버어다이제스트, 22, [11], 2 (1970)

14) 日本電子(株), 판프렛트

15) 例를들면 E.D. Osberg; Rubber Plastics Age, 12, [2], 4(1973)

16) 金子秀男：日고무協會誌, 43, 700 (1970)

17) D.Anders; Rubber J.,152, [3], 19(1970)

18) Berstorff社 판프렛트

19) 例를들면 J. Ippen; Rubber Chem, Technol., 44, 294(1971)

20) 化學便覽, 基礎編 II p.499.

21) S.V.Adolf; Rubber World, 149, [10], 45(1963)

22) Anon; Rubber World, 146, [10], 82(1962)

23) C. Oeetner; Technical Notes for the Rubber Industry, December, (1969)

24) H.J. Golish; Rubber World, 162, [5], 59 (1970)

25) M. Horn; Kautschuk Gummi, Kunststoffe, 19, 431(1966)

26) J.R. Scott; Physical Testing of Rubbers.

27) M.A. Wheelans; Rubber Chem. Technol., 44[3], 620(1971); J. IRI 4, 160(1970)

28) Anon; Proc, IRI, 12, 46 (1965)

29) 木村滋章：日고무協會誌, 38, 1107(1965)

30) 旭化成：合成 고무技報, 5, 89(1967)

(74年刊 日本合成 고무誌 第17卷 第1號)

꼭 타이어 點檢—아침 일찌기

아침點檢의 5個 포인트

- ★ 空氣壓이 正常인가?
- ★ 타이어가 過摩耗되지 않았는가?
- ★ 傷處가 없는가? 못이 박혀 있지 않는가?
- ★ 타이어 발란스가 正常인가?
- ★ 스페어 타이어는 完全한가?