

應用 고무 加工技術 12講(V)

金 子 秀 男 著
李 德 杓 譯

第 6 講 押出作業

1. 押出이란 무엇인가

押出作業이라고 하면 튜브나 호오스를 생짜로 뽑아 내어 成形할 때 쓰이는 예의 「스크루우가 달린 밀어내는 機械」라고 簡單히 생각할지 모르나 그렇게 簡單한 作業이 아니다. 나는 2가닥의 물이 回轉하는데 지나지 않는 고무로울러機(機械라고 하기 보다 機械要素 또는 메카니컬엘레멘트라고 부르는 편이 適切하리 만큼 原始的인 構造)의 重要性을 前講에서 力說하였다. 押出機도 보기에는 아주 原始的인 機械에 지나지 않으나 그 機能에 이르면 實로 驚異 그것이어서 우리들의 先輩 고무技術者의 뛰어난 知惠에 오직 脫帽할 뿐이다.

最近 플라스틱의 押出이나 射出成形을 爲하여 精巧히 精巧한 押出機가 만들어졌으나 本質적으로 스크루우 또는 램으로 熱可塑性하면서 밀어내어 成形으로 가져가는 메카니즘에는 何等의 進歩가 없다. 理論적으로 스크루우 構造나 L/D(뒤에 說明)가 어떻다는 등의 高級 理論이 發展하고 있으나 (예를 들면 미쯔비시몬 산토化成(株)編 「플라스틱 押出技術에 있어서의 諸問題」를 參考하시라) 實際의 設計는 理論대로만 되지 않아 材料를 實際로 押出하여 보며 여기를 고치고 저기를 깎아 내는 hit or miss 方式으로 最終的 決定이 이루어지고 있다. 또 다이(口金)의 設計나 製作도 理論대로 되지 않아 押出 作業者가 고무의 性質, 配合의 特性, 押出機의 習性等을 充分히 知悉한 다음에 研摩하고 고쳐서야 비로소 實際로 쓸모 있는 다이가 만들어지게 되는 것이다. 이것은 分業 制度가 發達한 美國의 고무界에서도 押出機 操作員에게는 이 다이 製作이 重要한 作業要素의 하나로 되어 있다.

고무의 押出作業이란 고무 混練 生地에 熱과 可塑性

을 附與하면서 前方으로 밀어내어 다이를 通하여 一種의 成形을 하는 方法에 지나지 않고 押出機란 워엄스 크루우가 圓筒狀의 실린더 속에서 回轉하는데 지나지 않는 簡單한 機構이다. 그런데 實은 이 簡單하다는 것이 도리어 問題여서 어려운 高級 理論이 비비고 들어올 餘地가 적고 經驗이나 第六感이 차지하는 分野가 支配的이다.

여러분은 마카로니라고 하는 구멍이 뚫린 국수 같은 이탈리아 名物 食品을 알고 계실 것이다. 이탈리아의 마카로니는 千年以上の 오랜 歷史와 傳統技術을 자랑하고 있는데 그 押出 마카로니 技術(知惠라고 하는 편이 適切할지도 모른다)의 傳承이 오늘날의 이탈리아의 押出 技術이 世界 第一이 된 基礎를 만든 事實을 알아 주기 바란다.

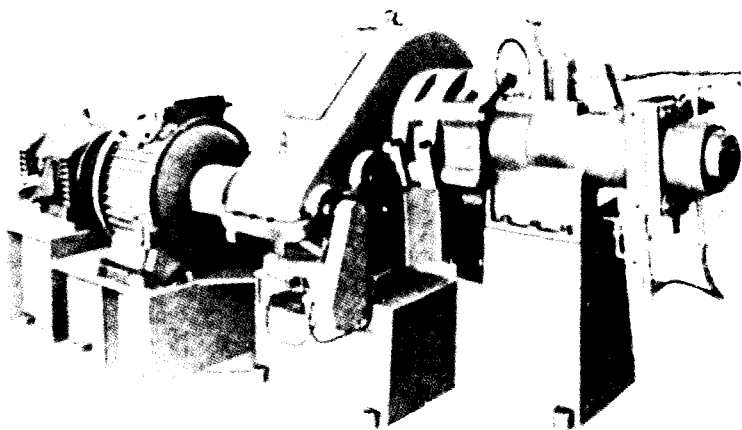
지금은 어떤지 모르지만 日本에서도 옛날의 電線工場에서는 押出機라고 하면 이탈리아製 以外엔 쓸 것이 없다고 하였었다. 고무押出機에서 世界 第一이라고 하는 美國의 존로일(John Roley & Son)도 이탈리아製의 모델 켄지라고 들었다. 世界에서 最初로 硬質 PVC 押出에 成功한 것도 이탈리아製의 押出機였다. 最近이탈리아製 押出機가 값이 싸고 그뿐만 아니라 性能이 좋다고 再評價하게 되었으나 이같은 事實은 「아는 사람만이 안다」는 感이 깊다.

마카로니 禮讚論에 흐른 感이 없지 않으나 要컨대 押出作業이란 로울러作業 以上으로 보기와는 다르게 어려운 技術的 問題를 內包하고 있다는 것을 먼저 念頭에 두고 慎重히 맞서 주기 바란다.

여기에서 잠깐 美國의 押出技術 發達史를 돌이켜 보기로 한다.

- 1970年 窒酸 纖維素의 濕式 押出
- 1880 고무의 乾式 押出
- 1919 가제인의 濕式 押出
- 1927 아세트酸 纖維素의 濕式 押出
- 1934 아세트酸 纖維素의 連續 乾式 押出

- 1936 에틸 纖維素의 押出
- 1937 메틸메타아크릴레이트의 押出
- 1939 아세트酸부틸 纖維素의 押出
- 1939 鹽化비닐리덴의 押出
- 1940 押出 成形法
- 1940 폴리스틸렌의 押出
- 1941 폴리에틸렌의 押出
- 1944 나일론의 押出
- 1948 二連 스크루우 押出機
- 1949 廣幅 얇은 시이트 押出
- 1950 押出 抽出機의 開拓



2. 押出機의 多目的性

簡單한 機構임에도 不拘하고 고무技術에서의 押出機의 用途는 다음과 같이 極히 多目的이다.

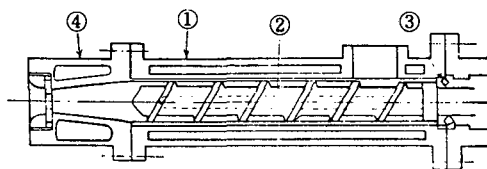
- 1) 押出成形(棒狀, 中空, 시이트 및 複式 코오팅)
- 2) 素練(고오든플라스티케이터, Gordon plasticator) 및 混練
- 3) 스트레이너, Strainer (異物 除去 濾過法)
- 4) 熟入
- 5) 射出成形
- 6) 脫水, 脫空氣(벤트法)
- 7) 再生고무(리크레이머터, reclaimator法)
- 8) 스크루우式 連續 重合法
- 9) 스프레더, spreader
- 10) 紡糸法

詳細한 것은 뒤에 이야기 하겠으나 잊어서 안되는 것은 「押出作業은 로울러 따위의 軋취作業과는 달리 連續作業을 할 수 있는 것에 最大의 強點이 있다」는 것이다. 卽 고무技術의 自動메이슨화를 爲하여 꼭 最大의 일을 하여 주지 않으면 안될 重要한 機械인 것이다. 그래서 必然的으로 여러 方面에서 어떻게든 이것을 利用하려고 努力한 덕택으로 오늘의 多目的性에 成功하였다. 따라서 押出作業을 爲한 押出機에 局限되지 않고 「내일의 多目的性 고무 加工機械」라는 觀點에서 基礎的으로 차분히 파헤쳐 그 構造와 機能을 考察하여 보고자 한다.

3. 押出機의 構造

順序에 따라 代表的인 押出成形用인 普通의 튜브 製造用 4 in 押出機를 基礎로 그 構造에 대한 說明에서 부터 始作하기로 한다. (그림 1~5) 化學 專攻의 고무 技術者에게는 機械에 對해서는 아무래도 弱한 習性이 있으므로 이와 같은 構造를 寫眞이나 圖面으로 잘 觀

그림 1. 標準 押出機(4 1/2 in)의 外觀(大谷機械工業製)



- ① 실린더(胴體)…中空이며 蒸氣 또는 물로 加熱이나 冷却한다.
- ② 스크루우
- ③ 칼라드러스트베어링
- ④ 헤드(頭部)

그림 2. 押出機 主要部의 內部 構造

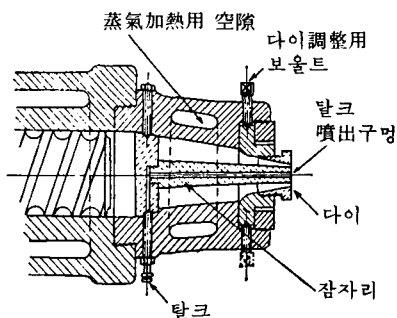
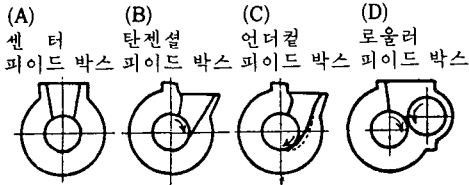


그림 3. 押出機의 頭部 構造(中空物인 경우)

察하여 눈으로 익혀 주기 바란다.

스크루우의 나사산의 構造라던가 피치의 數라던가 리이드의 길이(나사산에 따라서 軸 둘레를 一周할 때 所要되는 軸方向으로 나아가는 距離)에 따라서 押出機의 性能은 달라진다. 고무用인 境遇, 單式 나사(single thread)와 複式 나사(double thread)가 있는데, 싱글이



- A型...普通的 重直式, 簡單하나 供給이 困難하여 막대로 밀어넣어야만 할 때가 있다.
- B型...45°C의 傾斜를 붙인 것 A型에 比하여 밥이 잘 빨려들고 供給하기도 쉽다.
- C型...스크루우 아래쪽으로 턱혀들어가므로 가장 理想的
- D型...스크루우의 回轉과 反對 方向으로 回轉한다. 피드로울러를 붙인 最新型으로 自動供給式인 境遇에 使用한다.

그림 4. 고무供給口(호퍼 또는 피이드박스)의 構造

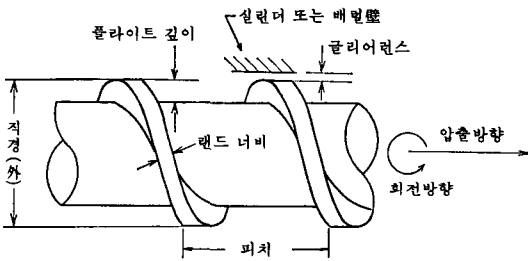


그림 5. 스크루우의 構造

란 「피치=리이드」인 境遇이고 더불어 「피치=1/2리이드」인 境遇로 後者は 前者에 比하여 나사산의 數가 많기 때문에 押出力(壓縮比)도 強大하고 같은 回轉인 境遇에는 押出量도 많아진다. 勿論 끝의 깊이(플라이트 깊이, flight depth)도 影響을 미치나 이것을 一定하게 하였을 때의 이야기이다. 그리고 從來의 均一 피치 方法에 對하여 最近 플라스틱 押出機의 影響을 받아서 可變피치式(variable pitch)과 같이 점점 피치너비가 좁아지고 있는 것 처럼 一種의 poly-thread의 可變나사가 採擇 使用되어 가고 있다. 壓縮率이 점점 增加하기 때문에 急激한 可塑性이나 熱變化를 주지 않고 精度가 높은 押出製品을 얻는데 아주 適當하다.

다음 이야기할 것은 스크루우의 길이(L)와 지름(D)의 關係인데 요즘 L/D(엘바이다)라고 稱하여 押出機의 性能을 評價할 때에 重要한 데이터가 되었다. 卽 L/D가 작은 값을 나타낼 수록 굵고 짧은 것이고 큰 값일 수록 가늘고 긴 스마트한 押出機를 뜻한다. 勿論 L/D만이 아니고 스크루우 自體의 構造도 크게 影響하

表 1. 실린더클리어런스(美國·내쇼널러버머시너리(NRM社))

押出機치수 (지름)	全直徑 클리어런스(스크루우와 실린더라이너의 間隙)	
	新 機 械	使用機械(量大許容)
2 1/2in	0.007~0.009in	0.025~0.030in
3 1/4	0.008~0.010	0.028~0.033
3 1/2	0.010~0.012	0.030~0.035
4 1/2	0.010~0.012	0.030~0.035
6	0.012~0.015	0.050~0.055
8	0.013~0.016	0.055~0.060
8 1/2	0.013~0.016	0.055~0.060
10	0.017~0.020	0.060~0.065
12	0.017~0.020	0.060~0.065

므로 一律的으로 評價할 수 없으나 一般的으로 L/D는

天然고무配合인 境遇는 3~5

合成고무配合인 境遇는 5~10

플라스틱配合인 境遇는 15~20

과 같이 押出되는 폴리머의 可塑性이나 스크치性 등의 關係로 變化시킨다. 天然고무라도 最近에는 溫度 콘트 롤이나 作業能率關係로 L/D가 增大하는 傾向에 있다. 실린더의 길이도 따라서 同時에 길어지므로 溫度調整도 쉬워진다는 利點도 있다.

다음에 이야기할 것은 스크루우와 外壁과의 間隙(클리어런스, clearance)의 問題인데 치수로는 微微한 것이지만 作業上 重要한 意味를 갖었기 때문에 特히 附記한다.

表 1은 NRM社 發表의 클리어런스 許容 範圍인데 우리나라 押出機 메이커도 이점의 親切性은 있었으면 좋겠다.

卽 4in의 것으로 最大 許容 클리어런스는 0.035in(0.889mm), 반지름으로는 0.45mm以上の 틈이 있으면 落第라는 이야기이다. 클리어런스를 測定하는 法은

表 2. 튜브用 押出機 標準치수(NRM社)

機種別 口徑치수 D (in)	스 크 루 우		L/D	所要馬力
	길이 L(in)	回轉數 (rpm)		
2	9	26~78	4.5	5
2 1/2	11	27~55	4.4	5~ 7.5
3 1/2	15 1/2	22~67	4.4	20~ 25
4 1/2	20	26~78	4.4	30~ 40
6	27	30~90	4.5	30~ 90
8	36	26~78	4.5	75~100
10	—	26~80	—	125~150
12	—	16~48	—	250

호퍼에다 電燈을 집어 넣고 스크루우를 돌리면서 헤드에서 드러다 보아 電燈불빛이 아득히 아른거릴 程度면 대개 合格이다. 日本인 境遇엔 極端의으로 말하여 손가락이 하나 드나들 程度의 덜덜이 押出機가 자랑거리로 運轉되고 있는데, 한편 생각하기에 따라서는 이같은 기계로 絶妙한 押出技術을 發揮하고 있는 것은 참으로 驚異하다고 하여야겠다.

끝으로 參考用으로 押出機의 大小에 따른 標準 規格을 美國인 境遇를 例로 表 2에 나타냈는데 여러분 工場의 押出機의 境遇와 比較하여 보시오.

3.1 自轉거튜브用 押出機(100mm) 構造

100mm란 스크루우 은지름(D)을 뜻하는 것으로 고무用 押出機의 크기 表示法의 標準이다.

- 다음에 이 押出機의 構造를 說明한다.
- (1) 型 : V벨트걸이, 2段變速形(回轉數 20~40rpm)
 - (2) 用途 : 튜브押出用
 - (3) 材質 : 스크루우...硬鋼, 더블나사, 均一피치 실린더 및 기어(齒車)...鑄鐵, 칼라드러스트베어링 ... 高級브론즈(靑銅), 充分한 3드러스트面積²⁾
 - (4) 所要馬力 : 7 1/2馬力
 - (5) 스크루우치수 : 400mm(16in) 卽

$$L/D = \text{길이} / \text{지름} = 400/100 = 4$$

註¹⁾ 더블나사 : 나사내는 방식이 複式(單式에 比하여 고무 送込量이 많아진다)

註²⁾ 드러스트面積이 充分히 넓어 荷重이 偏重하지 않으며 루브리칸트도 充分히 돌기 때문에 베어링의 摩耗도 적다. 押出機의 베어링은 편수이기 때문에 特別히 닳기 쉬워 스크루우 搖動(제일 困難한 問題)의 原因이 된다.

4. 押出 標準 作業

未加黃 고무配合物生地를 熟入 로울러에서 리본狀으로 시이팅하여 콘베어로 一定量을 一定한 可塑性과 一定한 溫度로 호퍼에 供給하는 것이 理想的이다. 그러나 實際는 押出機 옆에 놓인 箱子모양의 加溫槽에 貯藏된 리본狀의 生地고무를 막대로 作業員이 건져서 호퍼에 밀어넣는 것이 普通이다.

勿論 그 前에 스팀을 실린더에 넣어 所定의 溫度로 하고, 特別히 헤드의 다이부분은 스팀으로 特定한 高溫으로 만들어 試驗押出을 얼마동안 하여 다이 位置를 調整하고 押出된 고무의 表面 狀態라던가 偏肉이나 氣泡狀態를 點檢한다. 特別히 속이 빈 튜브를 押出할 때는 탈크를 붙여 넣는 것이나 뿜혀나오는 狀態가 매우 까다로운 作業이다.

一般的으로 押出作業은 이 標準工程이 귀찮지만 한번 틀이 잡히면 그 後는 機械가 알아서 해준다. 다이에서 押出되는 고무의 形狀은 고무 含量이나 素練程度 등에 따라 다르지만 押出된 方向으로 收縮하고 斷面 方向으로 膨脹한다. 그 程度는 押出速度와 뿜어내는 方法에 따라서도 影響되므로 다이 形狀대로의 物品이 나오지 않는 것이 普通이다. 따라서 다이는 熟練工에 依하여 實驗의으로 設計되어 修正에 修正을 거듭하여서 비로소 決定되는 것이다.

그리고 押出機의 지름과 다이 크기와의 關係인데

(1) 다이가 너무 클 때

壓力이 不足하여 通俗的으로 呼吸한다고 말하는 現象이 보여서 吐出量이 一定하지 않아 形狀 不整의 原因이 된다. 이런 때에는 變速으로 速度를 上昇시켜 吐出量을 增加시켜 주면 좋다.

(2) 다이가 너무 작을 때

壓力이 過多해져 고무發熱이 생겨 스크루우치의 原因이 되고 아주 甚한 境遇에는 押出機를 破損한다. 이런 때에는 適當한 고무 逃避孔(놀이구멍)을 만들어주면 좋다.

押出機와 다이 치수와의 關係比는 얼마만큼이 適當한가라는 問題에 對해서는 고무配合 特別히 硬度나 고무의 種類 그리고 스크루우의 L/D 따위의 要素때문에 簡單히 말하기는 어려우나 2in의 것에는 1/4~1in, 3in의 것에는 3/4~2in, 그리고 4 1/2in의 것에는 1 1/2~3in가 標準이다.

押出作業에서 가장 重要한 條件은 무엇보다도 溫度이며 各種고무에 對한 溫度의 最適條件을 나타낸 것이 表 3이다.

以上은 大體的인 押出의 標準作業에 對한 基準이기 때문에 配合의 種類(特別히 加黃促進劑)나 押出機의 構造에 따라서 加減이 必要하다.

一般的으로 고무량이 많을 수록 그리고 形狀이 작은 것이나 複雜한 것일 수록 押出作業은 어려워지므로 처음에는 硬度가 있는 싸구려 고무호오스 따위의 押出로 솜씨를 닦고 나서 高級品인 자전거용 벨브고무 따위의 押出에 나서기를 勸奨한다.

다이部는 特別히 高溫으로 加熱하여(可能하면 電熱式의 溫度 自動 調整式) 고무製品 表面의 平滑과 形狀의 一

表 3. 押出 標準溫度(°C)

部 分	NR	SBR	CR	NBR	IIR
실린더	50~60	50~70	50以下	65以下	30~40
헤 드	70~80	70~80	60以下	—	60~90
다 이	80~90	100~105	70~80 以下	80~90	91~120

定化를 期할 必要가 있다.

引張裝置도 手動式이어서는 아무래도 不均等하여지 기워우므로 機械的인 콘베어나 回轉受板를 使用하여 주기 바란다.

우리나라의 一般 고무押出機는 舊式的 것 또는 中古品이 많아 合成고무用으로는 不適當하다. 特히 실린더와 스크루우의 間隙(클리어런스)이 스크루우의 흔들림 때문에 좁혀서 앞에서 말한 것과 같은 所謂 덜덜이押出機가 많다. 一般的으로 눈에 보이지 않는 部分이기 때문에 等閑視되나 押出作業 失敗의 殆半은 이 보이지 않는 클리어런스의 所行이라고 하여도 過言이 아니다. 特히 흐름이 좋지 않고 끈기가 적은 合成고무는 이 隙間에 가스가 고아기 쉬워 스크오치 原因이 되는 수가 많다.

5. 自轉車 튜브 押出의 實際

普通 4 in의 것이 使用된다. 스크루우는 유니폼(均一)形이 많은데 배리어블(可變) 피치로 하여 콘트렉손을 주는 便이 理想的이다. 사이즈 變更에 따르는 스크루우 速度 變更 때문에 變速裝置(1:3쯤)가 必要하다. 舊式에서는 원뿔 풀리(cone pulley)나 段 풀리 또는 기어 바뀌기울 等의 2~3가지 變速法을 活用하나 新式에서는 無斷變速裝置나 可變速 모우터의 使用이 많아졌다. 스크루우의 先端部에서 다이部까지의 사이에는 俗稱 잠자리(dragonfly, 드라곤플라이)나 거미(spider, 스파이더)라고 하는 고무의 抵抗을 減少시키고 다이에 急激한 고무의 흐름이 걸리지 않도록 하는 流線形 裝置가 있다. 잠자리 締結 볼트의 一部에는 구멍이 뚫려 탈크가 壓搾空氣로 噴入되도록 되어 있다. 잠자리 또는 스파이더의 位置는 3개의 볼트로 調整하지 않으면 所謂 스파이더마아크의 주름이 생긴다. 이와 같은 實際作業은 글로 쓰면 까다롭게 되지만 「現場에서 배운다」는 마음자리로 씌름하면 自然히 熟達하게 된다.

自轉車 튜브와 같은 싸구려 고무 押出인 때에는 무엇보다 能率이 第一이다. 뿐만아니라 粗雜한 덜덜이押出機로 되도록 能率을 올려야 하는 것이 슬프나 우리나라의 現實이므로 押出理論따위를 생각할 餘地가 없다

4 in 押出機로의 1時間當 能率은

複式	1 3/8 in(튜브저름)	200~300本
單式	1 3/8 in	150~200本
複式	1 3/4 in	160~240本
單式	1 3/4 in	120~160本
單式	2 1/2 in	80~120本

따라서 押出 고무量은 1台 1時間當 混練生地 45~60 kg이고 1日의 稼動時間을 6時間으로 보아 270~360kg

로 26 in×1 3/8 in 튜브 1,200~1,800本이라고 한다. 매우 能率이 높은 作業임을 銘心하여 주기 바란다. (詳細한 것은 日本ゴム工業技術員會刊 ゴム技術最高標準「自轉車タイヤチューブ」를 參照하라).

6. 一般 押出作業 要領

모리(森鐵之助)先生の 고무製造法 p.114에 매우 좋은 指示가 있어 引用하기로 한다.

- 1) 管이 곧바로 押出되지 않고 어느쪽으로 굽어질 때는 굽어지는 方向과 反對인 쪽이 두껍기 때문이다.
- 2) 管의 두께가 두꺼울 때는 다이를 조여서 속으로 넣으면 된다. 얇을 때는 反對로 돌려서 뿔아 내야 한다.
- 3) 고무의 熱入이 不充分할 때나 押出機內에서 溫度가 떨어졌을 때에 押出되는 것은 굽어진다.
- 4) 고무 表面이 거칠 때는 다이를 잘 데워야 한다. 그래도 不充分하면 配合이 不適當하기 때문이므로 사브나 파라핀 그밖의 適當한 軟化劑를 添加하여야 한다.
- 5) 押出되는 것의 굽기에 相應한 押出機를 使用하여야 한다.
- 6) 모양은 크더라도 매우 얇은 物件은 適當히 고무가 달아날 구멍(놀이구멍)을 뚫어 놓지 않으면 좋은 結果를 얻기 어렵다.
- 7) 고무의 新陳代謝를 잘 하도록 注意할 것. 그러기 위하여서는 다이의 內部를 出口에 가까워질 수록 漸次로 가는 지름이 되도록 하고 急激히 徑(지름)을 떨어뜨리지 말 것, 그리고 모가 저서 고무가 고이는 場所를 絶對로 만들지 말 것.
- 8) 고무에 먼지가 섞여 있으면 그것이 다이의 隙間에 고여서 세로 찢어짐(縱裂)의 原因이 되므로 注意가 必要하다.

다음에 配合인데 押出 고무製品은 프레스製品과 달라서 押出되었을 때의 모양이나 表面이 直接 製品의 完成品이 되므로 配合上으로도 特別히 考慮가 되는 것이다. 一般的으로 軟化劑를 많이 使用하고 促進劑 따위도 스크오치하기 어려운 遲効性이나 中級 速度의 것을 選擇한다. 또 表面을 좋게 하기 위하여 사브(확티스)나 리도폰, 黃化亞鉛, 白艶革, FEF카아본블랙 類의 所謂 低모듈러스(軟한) 補強劑를 많이 配合한다.

其他 氣泡防止를 위하여 消石灰나 酸化마그네슘을, 變形防止를 위하여는 炭酸마그네슘과 같은 것을 使用하는 것이 要領이다.

이것으로 押出機(튜빙머신, 튜버)의 이름으로 代表되는 튜브의 押出作業에 對한 基礎를 이야기 한 셈이

다. 다음은 一般 工業用品의 押出作業이라던가 스트레너나 지금 문제가 되어 있는 射出成形 따위의 多目的 押出作業으로 門戶를 넓혀가고자 한다.

7. 고무種類에 따른 押出特性

이미 말씀드린 바와 같이 現在 여러분이 쓰고 있는 押出機의 大部分은 天然고무 押出作業에 適當하도록 製作된 機械設計로 되어 있다. 따라서 天然고무의 押出特性에 대해서는 이미 잘 알고 계실 것이므로 내가 그리 쓸 必要가 없다고 본다. 工業用 고무인 境遇에는 耐油性이라던가 耐熱性 따위의 目的으로 여러가지 合成고무를 併用하는 境遇가 많으므로 從來의 天然고무인 境遇와는 事情이 달라서 困難할 것이다. 그래서 고무의 種類에 따라 어떻게 押出特性이 달라지는가 그리고 어떻게 注意하면 잘 作業할 수 있는 가를 이야기하겠다.

一般의 合成고무는 可塑性이 낮고(굳음), 收縮度가 크기 때문에 押出된 고무面이 平滑해지기 어렵고 또 加工자리에 거스러미가 일기 쉽다. 특히 속이 빈 中空物品인 境遇에는 스파이더(芯金) 누름에 따른 찌줄 자리(스파이더마크)가 없어지지 않는다. 따라서 天然고무인 境遇와 比較하여

- 1) 可塑劑, 軟化劑, 潤滑劑, 사브等を 多量으로 配合한다.
- 2) 押出機의 溫度 특히 다이부의 溫度를 10~20°C 높게 한다(CR인 境遇는 例外).
- 3) 溫度 變化가 어려울 때에는 回轉을 느리게 하여도 좋다.
- 4) 다이도 되도록 抵抗이 적은 構造로하고 可能하면 구멍部位를 크롬鍍金한다. 板金도 두꺼울 수록 좋다.
- 5) 스파이더마크는 헤드部를 高溫으로 하고 原料投入과 引取를 고르게 하면 없어진다. (押出量의 偏差에 의한 呼吸(숨)은 禁物).
- 6) 다이는 吐出後의 膨脹(die swell)과 加黃中의 收縮의 差를 考慮하여 研究한다.

7.1 天然고무

本質적으로 發達한 粘彈性 때문에 押出할 때의 可塑性和 押出後의 彈性이 協力하여 作業성은 容易하다. 그러나 純고무에 가까운 配合인 境遇에는 溫度라던가 壓力 變化에 對한 粘彈性的의 調節이 困難하다.

即 純고무는 熱傳導率도 나쁘고 熱膨脹率도 대단히 크며 粘性⇄彈性的의 可逆變化도 敏感하여 表面 살갓의 거치름이 甚하다. 따라서 天然고무의 押出配合에는 多量의 充填劑나 再生고무 또는 사브와 같은 非彈性的

表 4. 白色 充填劑 變量 押出配合에서 PA80의 增加 效果(H. C. Baker)

主 配 合	RSS	100	100	100	100
	China clay	25	30	35	40
	沈降性 CaCO ₃	50	60	70	80
	PA 80	—	20	04	60
押出特性	무우니粘度 부드럽게 押出 하기 위한	35	35	35	35
	最大回轉數 (rpm)	40	40	40	40
	다이膨脹率(%)	20	11	10	9
	吐出量(g/min)	860	990	1,000	1,150
加黃特性	引張強度 (kg/cm ²)	210	185	200	195
	伸張率(%)	600	590	620	625
	쇼어硬度	49	50	50	50
	壓縮變形(%)	50	55	60	60

- 1) 配合劑는 上記 以外에 黃 1.5, 스테아르酸 2.5, MBTS 1.0, TMTD 0.25
- 2) PA 80이 增加되는데 따라 클레이 및 炭酸칼슘을 各各 增量하고 充填劑 濃度 및 무우니粘度의 一定化를 期했다.
- 3) 1)의 加黃用 配合도 PA80의 未加黃 成分에 따라서 增加한다. 變量 比較 效果 試驗을 하시는 境遇에는 單純히 目的하는 配合試料를 變化시키는 것만으로는 안되는 것이므로 加黃劑等を 變量시키는 神經을 쓰지 않으면 公平한 判斷이 不可能하다. 좋은 機會여서 注意를 喚起시키는 바이다.
- 4) 押出條件: 外徑 1 1/8in 및 內徑 7/8in의 다이를 붙인 3in의 押出機를 使用하여 얻은 것으로 加熱 溫度는 熱入 로울러와 押出機실린더 몸통이 70°C, 다이가 90°C였다. 다이膨脹率은 튜브의 바깥지름 增大에 對한 百分比로 測定하였다.

配合劑를 添加하고 押出速度를 높여서 製品의 表面 살갓을 깨끗하게 만든다. 한편 加黃促進劑로는 DPG 또는 MBT와 같은 加黃時間이 빠른 것을 많이 써서 加黃할 때의 型崩壞 防止를 돕는다 — 作業中에는 軟하고 作業後에 딱딱하게 한다 — 고 하는 考慮가 配合 自體에 베풀어져 있다. 即 프레스加黃과 比較하면 押出 配合은 훨씬 어려운 것이다.

最近 새로운 天然고무인 SP고무라던가 PA80이 押出 加工에서(押出할 때) 다이膨脹(die swell)을 防止하고 硬化作用에 따른 偏肉防止에도 도움이 되는 것을 宣傳하고 있다. 이것도 一種의 加黃고무블렌드의 效果에 依한 粘性⇄彈性的의 可逆變化의 防止에 지나지 않는다.

表 4는 天然고무配合에 PA80을 變量 添加하는데 따라 押出特性이 어떻게 改良되는가를 나타낸 一例이다.

(H. C. Baker, *ゴム*, 7, 473, 1960.) <譯者註:「ゴム」誌는 1954.1~1968.1의 約 15年間 財團法人 天然ゴム研究開發財團 天然ゴム研究所에서 發刊한 月刊誌로 Vol. 1 No. 1~Vol. 15 No. 1이 發行됨> 卽 다이膨脹率이 낮으며, 치수가 바른 튜브의 生産量이 增加하고 뿐만 아니라 加黃特性도 決코 低下하지 않는다고 報告되어 있다. 내 自身도 或種의 押出 고무製品(자전거용 벨브고무와 같이 技術的으로 어려운 것)에 SP고무를 使用하여 그 效果를 認定하고 있다.

押出特性의 理論이라든가 試驗法에 對해서는 最後에 일단 加工作業의 講議가 끝나고 나서 整理를 하는 目的으로 이야기를 할 豫定이므로 그때까지는 다이膨脹(die swell)에 對해서만 이야기하겠다. 勿論 이것만으로 押出特性을 論하는 것은 危險하며 加黃後의 收縮이나 押出時의 에지(edge), 코너(corner), 表面 살갓, 押出定格(extruded rating, 所謂 Garvey 押出試驗法)等도 比較하지 않으면 안되나 合成고무와 같이 다이膨脹에 가장 特徵을 發揮하는 것에 對해서는 이것만에 限定하는 것이 簡單하고 또한 理解가 빠르다.

1.2 SBR

여러분이 實際 配合으로 100% SBR 配合의 押出作業을 하는 일은 거의 없고 天然고무나 再生고무와의 블렌드配合이 많으므로 或 알아차리지 못하였는지는 모르지만 SBR은 天然고무와는 本質的으로 달라서 可塑性이 弱하고 彈性이 強하기 때문에 押出作業이 어렵고 收縮率도 크며 表面 고무 살갓이 거치러지기 쉽다. 그렇지만 溫度를 10°C쯤 높이고 L/D가 약간 큰 押出機를 使用하고 配合를 조금만 修正하면 쉽게 解決할 수 있는 程度인 것이다.

특히 1500番그륵의 SBR配合에서는 아시는 바와 같이 카아본블랙 使用法 如何가 모든 境遇에 關鍵이다.

表 5. SBR配合의 다이膨脹率(%)

種類	添加量 phr	25	37.5	50	62.5	75
ISAF	141	100	60	35	23	
HAF	122	88	52	36	28	
FEF	144	90	52	18	5	
HMF	142	120	95	57	35	
SRF	142	114	87	52	15	
EPC	140	126	104	84	67	

備考: 1) 어떤타입의 카아본이라도 添加量의 增加에 따라 膨脹率은 顯著히 減少한다.

2) FEF의 效果가 아주 뚜렷하다(특히 多量配合인 境遇)

3) 모든 퍼니스블랙이 찬넬블랙보다도 좋다.

이와 같은 押出作業일 때 이 目的으로 생겨난 것 같은 FEF(Fast Extrusion Furnace—迅速하게 밀어내는 퍼니스)라는 特殊 카아본까지 準備되어 있다.

表 5는 그 效果를 나타낸 一例이다.

그밖에 화이트카아본과 活性炭酸칼슘 등도 이같은 目的으로 使用되고 있지만 SBR과 같은 非結晶性고무는 어느 程度의 構造性을 갖인 所謂 하이스트럭처(high structure)의 充填 效果를 利用하여 配合고무를 깨끗한 뼈대로 갖추지 않으면 押出機內에서의 쥐어짜임에 견디지 못한다고 記憶하여 주기 바란다.

天然고무에도 押出專用的 品種이 있듯이 SBR에도 體質改善型인 SBR 1009가 있다. 이것은 더비넬젠으로 部分 架橋를 한 것이다. 캐드릭을 보면 「A cross-linked as extrusion aid — 押出助劑로서의 網狀物」이라고 되어 있다. 앞에서 말한 PA-80이라는 것은 80이 未加黃, 20이 加黃고무라는 뜻이었는데 이 1009는 20 이상을 普通의 SBR에 블렌드하면 押出特性은 向上하나 物性이 低下한다고 한다. 天然고무나 合成고무를 莫論하고 젤화고무 20%의 블렌드라는데 매우 意味 深長한 示唆을 던져주는 問題가 있다.

다음에 高溫重合인 SBR 1000番 그륵과 低溫重合인 SBR 1500番 그륵의 押出特性의 差異인데 前者가 굳은 편이어서 다이膨脹率이 크고 그 代身에 押出後의 成形物 變形이 작지만 押出能率이 좋지 않다. 後者는 軟한편이어서 膨脹率은 적으나 變形되기 쉽고 카아본따위의 充填 效果에 對하여 押出特性이 지나치게 敏感하다. 要는 한쪽이 좋으면 다른쪽에 나쁜 면이 나타난다는 모든 加工技術에 따라다니는 어려움이 있다.

油展 SBR은 軟化油가 많이 섞여 있기 때문에 押出作業에는 分明히 理想的 고무일 것이라고 생각할 것이나 押出機內에서의 미끄러짐때문에 供給 困難이라든가 能率 低下라든가 表面 살갓에 一種의 흐림(dullness) 現象이 생긴다. 따라서 油展 SBR을 使用할 때는 되도록 低溫 押出 作業을 하는 것이바람직스럽다.

그밖에 SBR의 共通 欠點으로 들 수 있는 것은 押出機 內의 壓縮變形으로 發熱이 생기기 쉽고 스코오치나 表面 살갓의 거치름이나 세로 갈라짐(縱裂)이 發生하기 때문에 精度가 높은 高級 押出製品을 만들기 어렵다.

하이스틸렌고무 및 樹脂는 一種의 加工助劑의 目的으로 使用된다. 卽 可塑性 스틸렌의 增量에 의한 너브 퍼러뜨림(非彈性化) 效果와 硬化에 의한 收縮 防止 效果를 一石二鳥로 노린 것이다.

7.3 스테레오고무

最近 射出成形(injection molding)用 폴리머라고 一般

表 6. 트레드配合에서의 押出特性(HAF 60 PHR)

폴리머(使用하는 고무와 블렌드 비)	다이 팽脹 (%)	레이팅(定格)		
		에지	코오너	살갓
Diene NF 85R/NR 50 : 50	28	4	4	4
Diene NF 35R/SBR 1502 50 : 50	45	4	2.5	3

注 : 1) 다이 팽脹은 天然고무블렌드한 것이 훨씬 좋다.
 2) 레이팅에 對하여서는 後述하겠으나 一種의 外觀判定法으로 1→4로 數字가 커질 수록 不良→秀→優의 順을 나타낸다.

스테레오고무의 優秀性이 喧傳되고 있다. 이것은 溶液重合特有의 너브가 弱하며 흐름(flow)性이나 熱可塑性의 安定度로 보아 容易하게 想像할 수 있다. 다만 特有的 高彈性때문에 다이 팽脹率은 NR보다 約 10%, SBR보다 約 6~8% 크다. 따라서 stereo고무 100% 配合한 境遇에는 이 팽脹率을 考慮하여 다시 치수를 調整할 必要가 있다. 表 6은 Diene고무를 例로 天然고무 및 SBR에 50/50으로 블렌드하였을 때의 다이 팽脹의 比較이다.

7.4 클로로프렌 고무(CR)

現在 工業用 고무製品 中 押出製品의 殆半은 多少間에 CR을 使用하고 있으므로 조금 詳細히 이야기하여야겠다. CR은 本質적으로 結晶性고무이므로 天然고무(NR)와 酷似한 構造를 가지고 있어 大體로 天然고무에 類似한 押出技術로 足하다. 역지로 서로 다른 點을 들면

- 1) NR인 때보다 약간(10°C쯤) 低溫으로 한다.
- 2) 軟하게 하기보다도 미끄러지기 쉬운 配合으로 만든다.
- 3) 다이 팽脹을 NR와 SBR의 中間으로 보고 다이는 약간 작게 잡는다.

一般的으로 G型보다 W型의 것이 押出에 適當하고 特히 WB型이 最高라고 메이커는 宣傳하고 있으나 一利一害가 있다. W型은 加工性은 과연 좋지만 製品으로서의 強度가 若干 떨러지고 살갓도 거칠러지기 쉽다. 따라서 G型和 W型을 適當히 블렌드하는 것이 理想的

表 7. 네오프렌 G型 및 W型 블렌드비에 따른 다이 팽脹의 變化

GN	WB	다이 팽脹(%)
100	—	30
75	75	25
50	50	17
25	75	12
—	100	7

表 8. 네오프렌 GN型에 對한 카아본블랙配合의 다이 팽脹率(%)

種類	添加量(PHR)	25	35	50	75
	EPC		120	98	81
ISAF		82	61	43	20
HAF		85	64	45	20
FEF		98	70	47	20
SRF		112	69	50	38

註 : 1) 結晶性고무 CR은 骨格이 단단하기 때문에 카아본의 充填效果를 받기 어렵다. 增量으로 膨脹率이 無定形인 때와 같이 顯著하지 않다.
 2) FEF의 押出特性도 그리 顯著하지 않다.

일 것 같다. (表 7).

카아본 添加에 依한 다이 팽脹의 減少 傾向도 SBR과 거의 같은 傾向에 있으나 減少率은 적다. (表 8).

7.5 부틸고무(IIR)

튜브용이나 電線카버용으로 많이 쓰이며 그 押出特性이 아주 特異하다. 스테레오고무와 비슷한 너브가 弱한 것인데 彈性이 거의 없는 피짜이기 때문에 普通의 押出作業으로는 偏肉이나 바람이 들어가는 일이 생기기 쉬운 아주 까다로운 고무이다.

따라서 부틸고무용 押出機로는 L/D가 큰, 例를 들면 14/1이하의 가늘고 긴 스크루우로 홈이 열고 피치도 可變型으로 끝이 가늘며 클리어런스가 僅少(5~10 mil程度)한 所謂 콘트렉손(縮約, contraction)이 듣는 것 다시말하여 고무보다 플라스틱에 適合한 押出機가 좋다. 클리어런스가 커지면 搬送量이 激減하기 때문에 回轉을 빨리하지 않으면 안되고 그때문에 스코오치를 誘發하기 쉽다.

다이 팽脹도 너브가 弱한 고무의 特性으로 크기 때문에 充填 效果로 防止하지 않으면 안된다. 카아본中에서는 퍼니스 特히 FEF가 有效하지만 썬열型은 거의 防止 效果가 없다. 白色 充填劑中에서는 실리카 > 클레이 > 珪酸칼슘 > 화이팅의 順으로 防止 效果가 減少한다. 要諦는 粒子가 되도록 작은 것으로 너브를 세게하여 주는 것이 押出作業을 容易하게 하는 手段이며 單純한 걸보기만의 軟化作用은 IIR인 境遇에는 逆效果가 招來된다.

IIR고무인 境遇 押出을 容易하게 하는 手段으로 加熱處理法이라는 特別한 作業이 있다. IIR폴리머를 14°C以上の 高溫에 放置하던가 그렇지 않으면 로올러로 高溫處理를 하면 폴리머 自體에 部分的으로 架橋가 생겨 너브가 튼튼한 고무로 體質이 改善된다. 이때 一種의 促進劑(promotor)로 Polyac 또는 Elastopar라는 商品名으로 알려져 있는 니트로소化合物을 添加하면

한층 効果的이다.

다시 말하면, 加熱處理 또는 프로모우터 添加에 依하여 플라스틱의 IIR의 性格에서 어느 程度 고무의 性格이 늘어

- 1) 콜드플로어가 減少하고 폴리머의 그린強度가 增加하며 押出作業이 容易하여진다.
- 2) 加黃後의 物性도 改良한다.

그러나 缺點으로서 押出 살갓이 加熱處理를 하지 않을 때와 比較하여 거칠어지는 傾向이 있으므로 溫度와 配合設計에 特別한 研究가 必要하다.

7.6 니트릴고무(NBR)

너브가 세고 發熱이 큰 딱딱한 고무인 만큼 押出이 쉽지 않다. 低무우니의 이지프로세싱(EP)型인 耐油性이 許容하는 限의 低니트릴을 먼저 選擇하여야 한다. 充分히 素練하고 完全한 가루配合劑類의 分散은 勿論 이려니와 押出直前의 熟入作業으로 一定한 可塑性, 溫度 및 裝込量이라는 押出作業 標準에 따라 하게 되면 大體로 成功한다. 딱딱한 고무인 만큼 軟化劑나 潤滑劑의 選定이 特別히 重要하여서 2~3PHR의 스테아르산, 파라핀, 콜탈系 구마론 등을 加工助劑로 添加한다. 充填效果를 얻기 위하여 FEF, SRF의 相當量(30部以上容積)이 必要하다. 아무래도 잘 되지 않을 때에는 하이스틸렌레진을 5~10PHR 添加하면 耐油性은 若干犧牲하게 되지만 押出操作은 눈에 띄게 容易하게 된다.

7.7 실리콘고무

색다르고 特異성이 있는 合成고무인 까닭에 加工性—— 特別히 押出特性에 對하여 여러가지로 까다로운 注文이 붙어 있지만 오래 써서 길이가 든 天然고무용 押出機로도 注意만 기울이지 않으면 훌륭히 해치울 수 있다. 加工技術이라는 것은 理論따위와는 달라 不自由하지 않고 融通自在에서 要는 쓰는 사람의 솜씨에 달려 있다.

우선 特別히 注意하여야 할 押出特性을 들면

- 1) 롤 수록 低溫으로 作業한다.
- 2) 헤드부에 濾過用 스크린(80~140메쉬)을 붙인다. 실리콘고무는 무슨 까닭인지 모르나 異物 混入이 많으므로 우선 이것을 除去하고, 다음에 실리콘고무 特有의 流動性때문에 스크루우만으로는 圓滑하게 壓縮되지 못하는 것을 스크린 通過時에 생기는 渦流 攪拌力을 利用하여 表面살갓을 調整한다. 이것이 바로 一石二鳥의 活用이다.
- 3) 스크루우부는 길고 흠이 열린 것일 수록 좋다. 壓縮比는 2:1 程度로 充分하다. 여하간 반이 液

體와 같은 뼈가 없는 고무이므로 콘트렉션을 살릴려고 하여도 안된다.

- 4) 이 같은 境遇 加壓供給法(pressure feed)이라는 것이 있다. 電線關係에서는 공기가 들어가면 電氣試驗에서 엥크하여 落第가 되므로 加壓供給法이 쓰인다.
- 5) 다이板(die land)은 두꺼울 수록 좋고 普通 0.25 in程度이다.
- 6) 熱膨脹이 異常히 큰 고무(液體고무)여서 加黃後는 未加黃 生地의 3~7%나 收縮하므로 다이 設計에 特別히 注意하지 않으면 안된다.

7.8 블랜드고무

以上 장황하게 各種 고무原料의 押出特性에 對하여 그 概略을 말씀드렸다. 現場 本位の 機械 操作과는 달라서 까다로운 理論스러운 講義가 되어 未安하다.

고무原料의 物性 本質에 바탕한 專用 押出機를 準備해 주신다면 그같은 理論은 아무래도 좋고 그 機械가 잘 押出し켜 줄 것이다. 그러나 遺憾인 것은 日本의 고무工場 現狀으로는 天然고무專用이라고도 할 舊式 押出機 한 대로 무엇이나 해내야 한다. 따라서 押出特性의 工夫가 必要한 것이다.

그리고 實用配合에서는 單獨 合成고무配合는 거의 없고 各種 고무原料가 블랜드 使用되고 있는 것이 現狀이다. 이런 境遇일지라도 各種 고무原料의 押出特性에 對한 理解가 있으면 그 過半量을 차지하는 고무의 要領에 따라서 押出作業을 하면 大體로 成功한다는 것을 約束한다.

8. 알기 쉬운 押出理論

本 講義에서는 理論스러운 이야기는 一切 省略할 約束이었으나 다이에 對한 이야기에서는 싫어도 이것만은 알아주지 않으면 나로서는 잘 說明할 길이 없으니 寬容하라. 플라스틱 關係의 押出理論에 對한 最近의 進歩는 놀랄만하나 고무關係는 고맙게도 그렇지 못하다. 다만 플라스틱 物性이 加味된 合成고무나 흐르기 쉬운 스테레오고무가 많아지면 고무장이일지라도 언제까지나 「理論無用」이라고 책상다리를 하고 앉아 있을 수 만은 없을 것이다.

어떻든 내가 끄집어 낸 押出理論은 基礎의 基礎라고 할 「좁은 구멍에서 流動體를 밀어 낼 때의 流出量에 關한 하겐·포아즈이유(Hagen-Poiseuille)法則」이라는 古典의 事에 지나지 않는다. 粘度의 單位에 포아즈라던가 센티포아즈라는 것이 있는 것은 아는 바와 같은데 實은 이 포아즈이유라고 하는 파리의 醫師先生님

으로부터 받은 이름인 것이다. 포아즈이유는 人體의 血液中에서의 血液의 流動性和 心臟의 펌프 所要 壓力과의 關係를 研究中에 다음과 같은 結論을 얻었다. 고무의 加黃을 發見한 다음 해(1840年)의 일이다.

$$Q = \frac{\pi p}{2\eta l} \cdot \frac{r^4}{4}$$

- 여기에서, Q.....流出量(cc/sec)
- r.....管的 반지름(cm)
- η流動體의 粘度(포아즈)
- l.....구멍의 길이(cm)
- p.....미는 壓力(dyne/cm²)

即「流量은 管半徑의 4제곱 및 壓力에 比例하고 管의 길이 및 粘度에 逆比例한다」.

學校 講義라면 이 式이 誘導된 原理를 차재를 세워서 說明할테지만 結論의인 式만으로 寬容하여 주기 바란다. 다인이라는 單位에 저항을 느끼는 분은 980 \approx 1,000으로 나누면 여러분에게 낯익은 kg/cm²單位로 된다.

勿論 이같은 理論은 理想的인(學問的으로 表現하면 Newton粘性이 成立하는 뉴토니언流體) 流體에만 適用되는 것으로 고무의 押出따위의 境遇와 같이 複雜怪奇한 流動特性을 나타내는 境遇에는 嚴密하게는 不適格이다. 그러나 押出作業에 對한 大體의 加黃을 한다든가 다이 調整에 些 도움이 되기 때문에 나는 그전부터 바보가 배운 한가지 價格으로 강한 듯이 자주 重用하고 있다.

例를 들어 說明하리다.

1) 그림 6A는 押出量을 決定하는 境遇의 關係 圖表의 例인데, 一定한 다이面積(r 一定)이므로 스크루우 回轉數 即 押出하는 壓力 p에 直線的으로 比

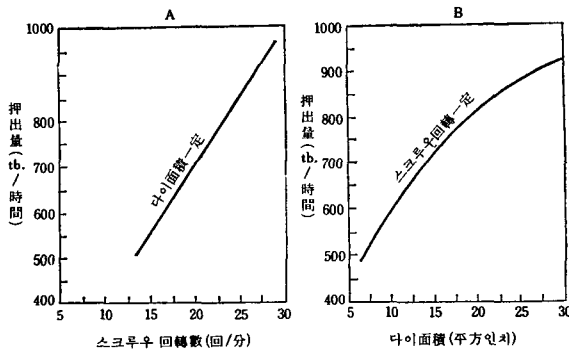


그림 6. 押出能率(Barron: Modern Rubber Chemistry, p. 406)

例하여 押出量 Q가 增加한다.

2) 그림 6B는 다이 面積을 變數로 한 境遇로 r로 알 수 있는 바와 같이 一定壓力 p에 對한 押出量 Q의 增加率은 直線的이 아니고 急激한 上昇曲線을 上記式에서 期待하나 實際는 보시는 바와 같이 緩慢한 上昇曲線에 지나지 않는다. 即 고무와 같이 摩擦이 큰 物質은 다이面積이 커져도 그 比率대로 Q는 增加하지 않는다. 勿論 p를 아주 크게 하면 別問題이지만 여기서는 一定한 境遇로 限定하고 있다.

3) 그림 7은 一般 폴리머의 押出特性을 나타내는 圖表인데 上述한 理論式에서 그 傾向을 判斷하여 주시면 多幸이겠다. 이런 境遇 여러분이 工場에서 實際로 作業하였을 때의 經驗을 떠올리면서 比較 檢討하는 것이 제일 有效하다.

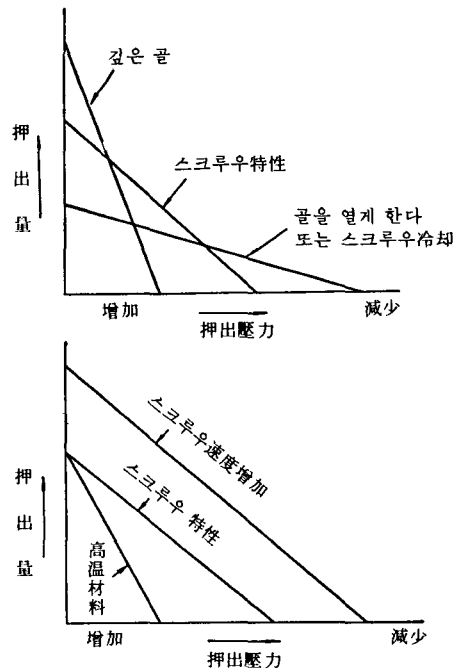


그림 7. 押出機特性 (Stevens: Rheology of Polymers, p. 108)

4) 다이를 設計할 때 작은 直徑 A와 큰 直徑 B를 組合하게 되는 境遇(그림 8)에는 B直徑을 相當히 작게 하지 않으면 A直徑과의 計算 均衡이 깨진다. 그 理由는 무엇인가?

[힌트] r⁴에 比例하여 B가 A보다 極端으로 膨脹하는 것을 防止한다.

5) 押出機의 스크루우徑에 比하여 다이의 치수가 지

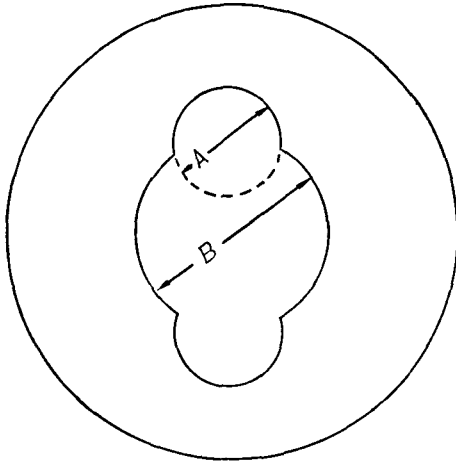


그림 8. 組合된 다이 構造

나치게 작은 境遇나 또는 한쪽으로 쏠린 다이 形狀인 境遇에는 놀이구멍이라고 부르는 直接 押出 製品에 關係가 없는 押出 排泄 구멍을 뚫어서 過 大한 壓力이나 또는 不平均 壓力에 依한 押出作業 困難을 防止하는 方法이 取해진다. 一種의 高血壓 防止對策이다. (그림 9).

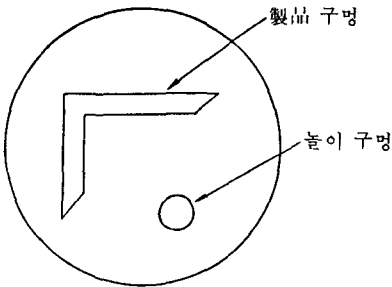


그림 9. 다이의 놀이구멍

表 9. 適用 다이의 치수 範圍

押出機 치수 (지름 in)	다이 치수 範圍(in)	
	通常附着法	直接附着法
1 1/8	1/2以下	1/2~3/4
2	1/4~1	1~1 3/4
3 1/4	3/4~2	2~3
4 1/2	1 1/2~3	3~4
6	2~4	4~5 3/4
9	3~6	6~8 1/2

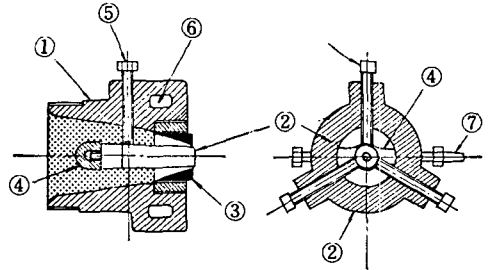
9. 다이의 構造와 製品의 形狀

요즈음 工業用 고무製品에 押出部品の 進出이 눈부 시다. 大別하여 그림 12와 같이 막대(棒, lod), 파이 프(管, pipe), 프로우필(profile) 또는 채널(channel) 形態로 되어 있으나 實際 製品은 그림 13과 같이 用途 別로 複雜한 切斷面이어서 다이 設計는 매우 구찮은 일로 되어 있다.

理論的으로는 押出機는 스크루우徑까지의 치수 製品을 押出할 수 있다고 되어 있으나 實際의 다이 치수는 훨씬 작아 表 9가 適用範圍라고 되어 있다.

9.1 다이부의 構造

押出機의 先端, 다이를 附着시키는 나사式의 小筒을 保持筒이라고 부르는 어려운 用語가 있으나 一般的으로 캡(cap) 또는 호울더(holder)로 通用한다. 그림 10은 略圖인데 保持筒, 다이, 芯쇠保持具(스파이더) 및 其他 部品으로 構成되어 있다. 이것은 튜브 押出과 같 은 속이 빈 物件을 만드는 境遇이고 工業用 소리드製品을 만들 때는 芯쇠 以下는 普通 省略한다.



(1) 保持筒 (2) 芯쇠 (3) 다이 (4) 芯쇠保持具
(5) 芯쇠位置 固定보울트 (6) 다이加熱具 대신에 保持筒에 스팀室을 만든것 (7) 가루注入공기入口

그림 10. 다이부 構造(호리에氏資料)

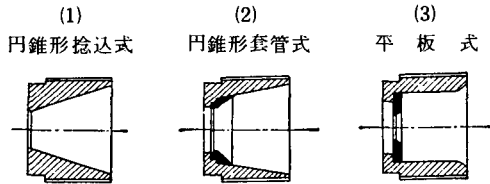
이 部位品은 分解와 組立을 頻繫히 하고 뿐만아니라 加熱과 冷却의 差가 激甚하여 나사 山이 摩損하기 쉽 다. 그리고 使用中에 相當한 內壓이 걸리기 때문에 형 체나 치수가 틀어지기 쉬우며 나아가 때로 作業中에 分解할 危險도 있다. 따라서 나사山은 거칠고 깊은 便 이 좋으며 山數는 1 in當 8~12쯤이 適當하다.

保持筒은 單純히 다이를 附着시키는 시포머(支持 體)로서의 구실以外에 스크루우로 押出되어 나온 고무 混合物의 最後의 均質한 마무리를 하는 重要한 役割이 있는 것을 잊어서는 안된다. 바로 保持筒 內部는 一種의 中空 포켓(pocket)이 形成되므로 注意하지 않으면 渦流를 이르게 다이를 通過하기 前에서 막힐 氣味가 생 겨 빠져 나오기 쉬운 部分만 「먼저 失禮」式으로 吐出 되고 빠져나오기 어려운 部分이 처져서 局部的인 變形

이나 스크치를 이르기 쉽게 된다. 따라서 內面의 形狀, 攪손질, 溫度分布 等に 注意하여 高무의 新陳代謝 하기가 쉽도록 하는 것이 絶對 必要하다. 그러기 爲하여 포켓 部位의 形狀은 다이 쪽을 尖頭로 한 圓錐形 乃至 卵形의 所謂流線形이 바람직스러운데 一般 高무 工場에서 使用되고 있는 것은 遺憾이지만 舊式의 圓筒狀이 많다. 그리고 小型押出機에 있어서는 다이나 芯쇠를 保持筒도 使用하지 않고 直接 附着시켜 포켓부가 全然 없는 結構차도 있다. 그것으로도 相當히 훌륭한 押出製品을 만드려내는 것을 보게되면 내따위 포켓의 講議를 하는 것이 부끄러워질 따름이다. 어쨌든 좋은 押出製品을 만드려면 이 포켓部位를 길게 잡아 加熱을 充分히 하여 주지 않으면 안된다는 것이 常識이다.

9.2 다이의 種類

最後의 關門으로 이 다이에서 押出된 製品의 크기와 모양이 決定되는 것이다. 成形品의 種類가 많기 때문에 다이의 種類도 많으나 크게 나누어 다음 表 10과 같은 分類가 있다. (그림 11)



다이의 種類 { 圓錐形式 { 비트러넣는式(1) 套管式(2) 平板式(3)

그림 11. 다이의種類(호리에氏)

表 10. 다이 形式의 比較

	圓錐形 비트러넣는式	圓錐形 套管式	平板式
構造	簡單	複雜	簡單
內面抵抗	小	小	大
特徵	製作·取扱簡單	6in以上の 大形 製作材料節約	輕便, 複雜한 形狀에 通한다
用途例	호오스, 튜브 (小形)	튜브(大形)	工業用品, 스트레이너

9.3 다이의 形狀

工業用 押出製品은 그림 13의 大分類에서 볼 수 있는 바와 같이 막대(棒), 파이프(管), 프로우필로 分類되나 實際 製品에서는 그림 13에서 보는 바와 같이 用途別로 多種多樣하고 複雜한 形狀을 이룬다.

앞에서 이야기 한대로 다이를 通過하는 押出된 高무는 部分的으로 膨脹狀態가 다르기 때문에 高무質에 適合한 다이의 形狀이나 치수를 定하는 것이 얼마나 어

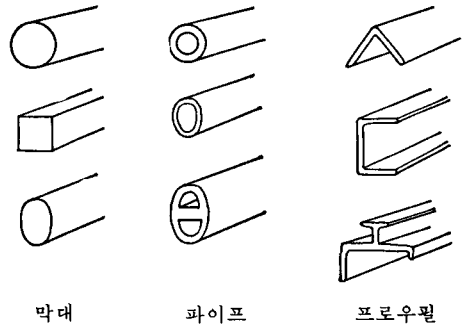


그림 12. 押出製品 大分類



그림 13. 押出製品의 形狀 斷面

려운 技術인가라는 것을 아셨을 줄 안다. 곧 처음에는 작은 듯하게 대강의 모양으로 다이를 試驗 製作하여 實際로 押出操作을 反復하면서 손作業으로 出加工으로 補正하여 간다고 하는 아주 구찮은 技術인 것이다. 여기서 다이 製作上의 要領을 整理하면 다음과 같다. (호리에(掘江順策)氏의 高무技術講議, 押出作業 p.282에서 引用)

- 1) 膨脹率 豫想은 形狀 如何를 不問하고 原則적으로 位置가 中心에 가까울 수록 그리고 살이 두꺼운 形狀을 이루는 部分일 수록 크게 豫想하지 않으면 안된다. 膨脹率 變化는 段落이 있는 곳에서는 段階的으로 差가 생긴다.
- 2) 다이구멍의 鉛보기 크기는 지름에 있어서 스크루 지름의 1/3~1/2程度가 適當하다.
- 3) 膨脹率이 커서 纖細한 成形이 어려운 部分에는 늘이구멍을 뚫어서 高무의 一部分을 放出시키도록 한다.
- 4) 구멍의 가장자리는 押出方向으로 傾斜시킨다.
- 5) 처음부터 큰 구멍을 뚫지 않고 작은 구멍에서 補

正 加工하여 完成한다.

9.4 製品의 形狀

다이의 구멍(窓이라고도 한다)의 形狀과 押出된 製品의 形狀의 相違에 對해서는 서투른 文章으로 說明하기 보다 圖解로 나타내는 便이 알기 쉬우므로 그림 14~16을 보아 주시오. 그리고 「왜 相違가 생기는가?」라는 點을 생각하는 것이 諸君의 技術的 實力을 增加시키는 捷徑이라고 나는 생각한다.

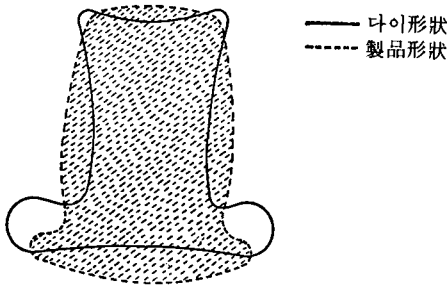


그림 14. 다이와 製品의 形狀相違圖(1)

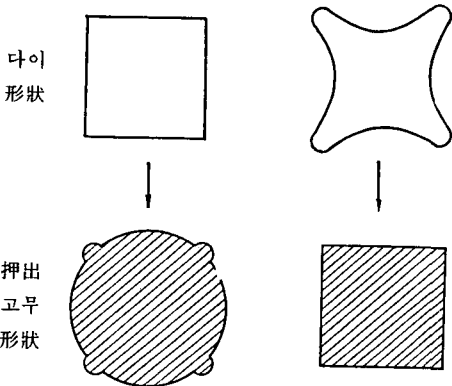


그림 15. 다이와 製品의 形狀相違圖(2)

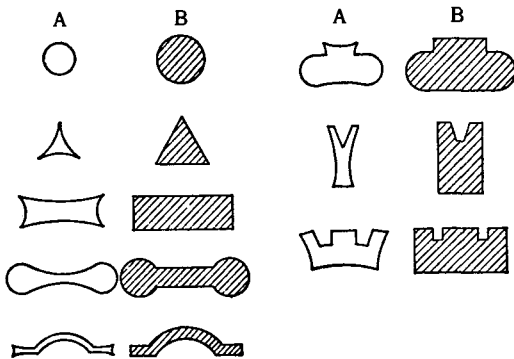


그림 16. 다이와 製品의 形狀相違圖(3) (堀江氏)

(斷面積의 比較)

A...다이 形狀 B...製品 形狀

크기도 A < B임에 注意하시오.

그리고 내가 앞에서 하젠·포아즈이유의 理論이라는 곱광이가 쓴 것 같은 古典式에 對하여 한마디한 것도 實은 이같은 일이 있을 것을 豫想하여서의 準備에 지나지 않는다. 다음 힌트만을 드리고 그 밖에 것에 對해서는 여러분의 慧眼에 맡긴다.

- 1) 圓形은 理想的 流體로 되나 中心部와 邊部の 抵抗이 다르며 그 差는 r이 커질수록 甚해진다.
- 2) 三角形에서는 先端의 低抗이 特히 커서 直線部와 의 差가 甚해지고 다이가 凹모양으로 된다.
- 3) 四角形이 되면 더욱 變形이 甚하다. 四角의 구멍에서 四角인 押出製品은 나오지 않는다.

普通, 押出製品의 치수 許容範圍는(美國인 境遇)

普通物品 ±0.06 in

小型物品 ±0.04 in

어서 一般적으로 윗것(고무량이 많은)은 크고 아랫쪽 것(고무량이 적은)은 작다.

9.5 加黃中の 變形 防止

押出한 工業用고무 加黃에는 普通 가루찜(粉蒸)法이 採用된다. 이 때 複雜한 形狀일 수록 加溫되면 軟化하

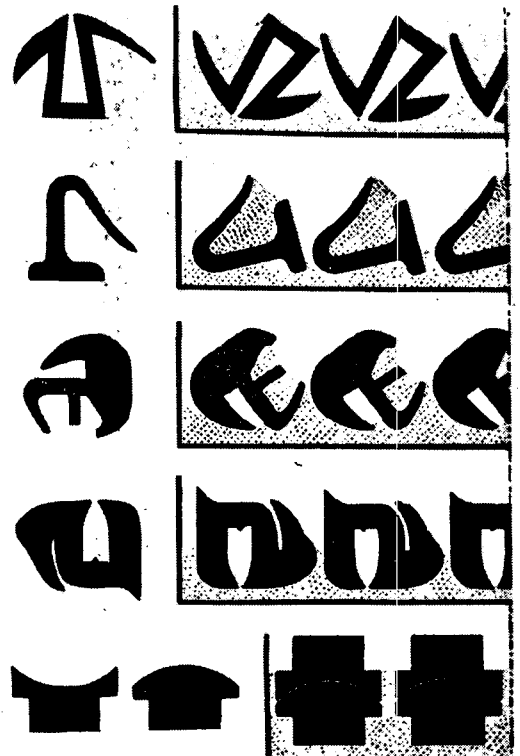


그림 17. 押出製品의 가루찜中の 變形防止

(Encyclopédie Technologique de L'industrie du Caoutchouc, No. 3, p. 173)

기 때문에 變形이나 처짐의 危險이 많다. 따라서 가루 (탈크) 속에 파묻을 때 注意가 必要하며 그림 17과 같이 形狀의 安定化를 圖謀하는 配慮가 있어야만 한다.

손이 押出製品의 고무配合은 이 點을 考慮하여 加黃力이 빠른 熱變形 防止타입으로 되어 있으나 실리콘고무 따위와 같이 加黃時間이 길때는 양철板製의 支持體에 언저서 變形을 防止시키는 境遇도 있다. (그림 18).

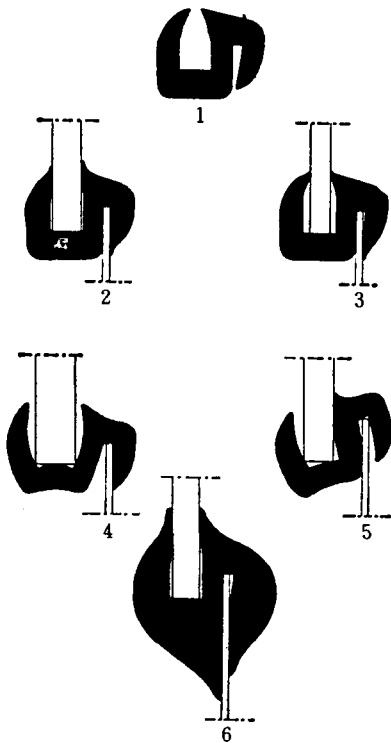


그림 18. 支持體에 依한 變形防止
(出典, 그림 17과 같음 p. 177)

그림 19는 中空製品이기 때문에 다이속에 芯(棒)이 芯支持具로 附着되어 筒狀의 고무두께로 나오면 多關門에 부닥쳐 凹凸의 外壁이 圓周上에 形成된다.

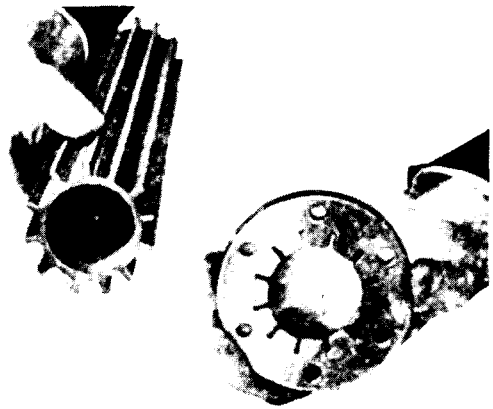


그림 19. 다이와 押出製品

9.6 다이餘談

다이 通過 直後の 膨脹은 다이스웰(다이膨脹, die swell)이라고 불리며 合成고무인 境遇는 一般의으로 커서 特別히 하이시스級의 스테레오고무는 天然고무보다 約 10%, SBR 보다 6~8% 크다. 그리고 膨脹할 때는 當然히 길이 方向에서 收縮을 일으키는 것에도 注意하지 않으면 안된다. die swell이 20%以上이 되면 形狀不良 以外에 製品의 物性上에도 當然히 低下의 傾向을 招來하므로 注意 肝要. 뿐만아니라 다이 材質은 普通 日本에서는 加工하기 쉬운 軟鋼 薄板 (1/4 in쯤)을 使用하고 구멍部位는 最終 끝마무리를 한 다음 크롬鍍金하여 摩耗를 防止하고 製品의 살갓을 매끄럽게 한다.

(本講未完, 次號繼續)