

粉 末 高 무

許 東 燮*

1. 序 言

고무加工上 從來의 混練工程에서는 고무自體가 塊狀으로 投入됨으로 해서 動力消耗, 人力, 製造費 등에서 不利한 點이 없지 않았다. 이러한 傾向은 粉末高무가 나올 때까지 繼續되었으나 粉末高무의 出現으로 因하여 고무加工이 在來의인 方式에서 脫皮하여 連續混合工程 및 最終製品에 이르기까지 生産性이 增加됨으로 因하여 生産費節減이라는 效果까지 결들이고 있는 實情에 있다. 粉末高무는 單純히 取扱이 容易하다는 點 以外에 上記한 바와 같은 生産性的 增加 및 施設費의 再投資가 必要하다는 點에서 現在 開發 및 利用이 進行되고 있다.

2. 粉末製造

粉末高무 製造方法에는 大別하여 Grinding, 噴霧乾燥 및 凝固의 3가지가 있다. Grinding은 고무自體가 再凝集되어 不規則한 큰 粒子를 形成하기 때문에 그다지 廣範圍하게 使用되지 않고 있다. polystyrene 粉末을 使用할 경우를 例로 든다면 再凝集現象을 減少시켜주는 하지만 그렇다고 하더라도 製造된 粒子가 너무 粗粒인 關係(粒子直徑이 1/8 인치 以上)로 粉末이라고 하는 어렵다.

粉末狀으로 될 수 있는 고무로는 NBR, SBR, poly-chloroprene, polyurethane 및 天然고무가 있으며 가장 많이 使用되는 것으로는 NBR 인데 粉末高무用으로 가장 먼저 取扱된 고무이다. 粉末高무 製造方式은 原料高무의 性狀에 따라 달라진다. Latex를 始初로 하여 粉末을 製造하는 方法은 여러가지가 있겠으나 가장 通用되고 있는 方法으로서는 噴霧乾燥方法인데 이것은

1942年 美國特許에서 비롯된 것이다.

그 뒤 1959年에 同一한 概念에 立脚한 Netherland 特許에서는 木材를 태운 煙氣를 含有시킨 氣體中에서 latex를 噴霧乾燥시키는 方法이 나왔는데 이 方法에 依한 粉末高무는 凝集性이 없는 1~3 μ 이나 되는 粉末이었다. 또한 1965年 du Pont社의 特許에 依하면 이러한 噴霧乾燥技術이 進一步되어 完全히 配合된 粉末高무를 製造하는 方法으로서, 即 이 方法에 依하면 乾燥氣體中에 無機質配合劑를 導入한 後 冷却凝集하는 製造工程인 것이다.

그런데 一般的으로 使用되는 噴霧乾燥方法은 實施可 能한 大量生産的인 方式으로서 高速廻轉 disc로 latex를 chamber속으로 誘導하여 粉末化하는 方法이다. 高速 disc에 依해 latex는 작은 飛沫로 되어 空氣같은 熱氣流가 있는 chamber內에서 水分은 即時 蒸發되고 고무分은 乾燥되어 微粉狀으로 氣流中에 浮遊하다가 最終的으로 cyclone collector를 通過하면서 分離 및 分級이 된다.

또 다른 製造方法으로서는 순간乾燥方法이 있는데 이 方法은 噴霧乾燥方法과 同一한 原理를 使用하고 있으나 乾燥速度는 噴霧乾燥方法이 20秒인데 比해 約 4秒라는 아주 짧은 순간에 進行되며 乾燥溫度는 噴霧乾燥보다 高溫이다.

또 다른 한가지 方法으로서는 冷凍乾燥方法이 있는데 이것은 aqueous media에서 乾燥시키는 方法이며 polyurethane 粉末을 製造할때 이 方法을 使用하고 있다 이 方法으로 다른 原料를, 例컨대 latex를 使用하여 粉末高무를 製造할려면 latex를 眞空下에서 零下 30°C以下가 되는 cold chamber로 導入하여 噴霧하면 水分은 昇化되어 除去되며 極히 微粉狀의 고무粉末이 얻어 지는데 粒子의 크기는 0.1 μ 以下까지 얻어진다.

凝固法은 硬質의 物質을 使用하여 고무粒子의 表面

* 國立工業標準試驗所

에 被膜을 形成시켜주는 方法이다. 그 한가지 例로서는 고무 latex를 凝固시킨후 유리轉移點이 높은 polymer latex를 加하여 고무粒子表面에 被膜을 形成시켜 凝固시키는 1968年度 英國特許에 依한 方法과 또 다른 例로서는 고무 latex와 물유리를 混合하여 이 混合物를 凝固시키는 獨逸의 Chemische Werke Huels의 特許에 依한 方法도 있는데 最近에 와서는 다음에 記述하는 共沈法이 開發되고 있다.

3. 共沈法

이 方法은 starch xanthide와 NR, NBR 및 SBR 등을 共沈시켜 粉末을 製造하는 方法이다. 이 方法은 고무 latex를 starch xanthate 溶液에 分散시켜 pH를 10~12로 調節한후 酸化條件下에서 酸性化시키면 고무는 starch와 共沈되어 粒子가 均一한 粉末狀態의 고무로 된다.

天然고무를 castor oil과 zinc stearate 混合物를 使用하여 共沈시켜 Heavea crumb을 製造하는 方法이 있으나 이 方法은 粉末고무를 製造한다기 보다 오히려 belt dryer를 使用하여 一種의 塊狀의 製品을 製造함으로써 고무의 乾燥時間을 節約하는데 그 目的이 있는 것이다.

이와 對照의으로 塊狀고무에서 粉末고무를 製造하는 方法은 모두 機械的인 方法에 依하고 있으며 使用機械의 作用方式에서 相當히 相異點이 있다는 치더라도 根本用인 過程은 고무를 작은 조각으로 切斷하여 粉碎함으로써 粉末고무라고 부를수 있을 程度의 粒子로 만드는 것이다.

여기서 指證해 되어야 할것은 latex에서 製造된 粉末과 塊狀고무에서 製造된 粉末사이의 根本的인 差異가 存在한다는 것이다. 即 그 差異라는 것은 塊狀고무에서 製造된 粉末은 latex에서 直接的으로 製造된 粉末보다 非고무분의 含量이 거의 없다는 것이다. 그 理由로서는 前者의 것은 고무製造過程에서 凝固後 徹底한 水洗處理를 하기 때문에 非고무분의 含量이 없는 것이지만 後者의 경우는 latex製造工程에서 latex粒子가 重合過程에서 配合되어 存在하는 非고무분을 全部 含有하기 때문이다.

Latex에서 製造된 粉末은 free flow 傾向이 있으나 反面에 塊狀고무에서 製造된 粉末은 普通 再凝集防止劑가 添加되므로 再凝集現象은 없다. 再凝集防止劑로서는 calcium carbonate, silica 및 zinc stearate를 使用하는데 polymer에 對해 3~15部를 使用하고 있다. 그림 1은 典型的인 粉末고무의 粒度分布를 나타낸 것인데 거의 모든 粒子의 크기가 1mm以下이며 實際 作業上 1mm 크기라는 것은 上限值로 看做되고 있다. 이 粒子 크기 外에 屬하는 것은 crumb rubber라고 生覺해도 대

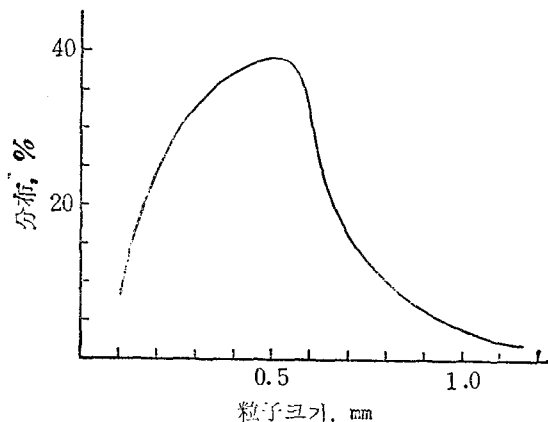


그림 1. 粉末고무의 粒度分析

체로 무방하며 粉末고무配合用으로는 適合치 않다.

4. 粉末配合

粉末고무配合物은 製造하려면 高速이면서 同時에 적은 剪斷力이 作用하는 mixer를 使用하는데 이것은 cylinder形의 chamber 底部에 回轉速度가 4000rpm이나 되는 mixer blade가 裝置된 것이 가장 基本的인 型이다. 實際 配合順序는 粉末고무 配合物의 最終形狀에 影響을 미치게 되며 結果的으로는 加工工程에도 影響을 미치게 된다.

滿足스런 고무製品을 製造하려면 高度의 非고무분이 고무 matrix에 分散되어야만 한다. 이러한 目的을 達成하기 爲해 混合過程은 2가지 段階로 行해 진다. 即 첫번째階는 各 成分의 界面積을 極大化하여 주는 것이고 둘째階는 添加劑를 均一하게 混合하는 것이다. 普通 板狀의 고무를 界面積을 크게 하자면 Banbury나 mill로서 剪斷力을 作用시켜 變形을 주어야 한다. 그런데 이러한 變形이 表面積을 完全히 增加시키기까지는 時間이 淸費되며 고무에 熱履歷이 相當히 따르게 되므로 scorch가 빨리 發生하게 된다.

그런데 粉末고무에 있어서 으뜸가는 利點으로서 配合前에 이미 큰 界面積(~0.1m²/g)을 가지고 있다는 것이다. 그렇기 때문에 剪斷作用없이도 粉末고무와 其他 配合劑를 事前에 良好하게 混合할 수가 있다. 따라서 粉末고무配合物을 熱履歷을 最少로 하여 製造할 수 있는 것이다.

非고무분이 微粉狀이거나 液體일때 混合技術은 簡單하며 滿足스런 粉末고무配合物을 製造할수 있는데 但 液體成分은 最終的으로 加하게 된다. 普便的으로 使用

되는 혼합過程은 고무와 큰 凝集體를 形成하고 있는 微少粒子로 된 配合劑, 例컨데 carbon black 같은 것을 혼합하는 것이다. 이들 凝集體는 其他 物質을 混合하여 粉末配合物로 만들때에 한층 더 微細한 粒子로 파괴되어져야만 한다. 이렇게 미리 混合된 粉末配合物은 곧 바로 加工되어 要求되는 形態로 製造할수 있다. 界面間의 接觸이 크므로 最終加工段階中 混合速度는 一般 고무配合物에서 보다 커야 한다.

粒子가 가장 작은 粉末을 얻으려면 carbon black 이나 其他 充填劑를 먼저 mixer 에 裝入한후 粉末고무를 裝入하는 것이 좋다. 이렇게 하면 凝集된 充填劑가 먼저 파괴되어 mixer blade 에 의해 機械的으로 攪拌됨과 同時에 고무粒子를 即時 coating 하게 된다. 萬一 粉末고무를 먼저 加하게 되면 mixer blade 表面에 凝集되어 配合體가 粗惡한 粒子를 가진 分散物로 되어 最終製品에 影響을 미치게 된다.

表 1은 普通 使用되고 있는 乾式 混合工程인데 充填劑와 活性添加劑를 먼저 加하여 低速回轉(1500 rpm)으로 混合시키며 一分後 粉末고무를 加하여 亦是 1500 rpm 으로 混合한다. 最終적으로 加하게 되는 것은 液體인데 이것은 充填劑로 coating 된 粉末고무가 可塑劑에 의해 膨潤되는 것이다. 可塑劑가 粉末고무를 溶解하게 된다면 粉末고무配合物이 貯藏中에 凝集을 일으키게 된다. 可塑劑는 加하고부터 一定時間以上으로 混合시킨 후 混合速度를 3000~3500 rpm 으로 增加시킨다. 排出

表 1. 乾式混合

	回轉速度	混合時間(分)
充填劑	1500 rpm	0
粉末고무	1500 rpm	1
可塑劑	1500 rpm	2
排出	3000~3500 rpm	4

速度는 80°C 이며 混合機에 冷却裝置를 附着시켜 주므로서 溫度調節이 可能하다.

表 2는 粉末고무를 乾式으로 mill mixing 할때와 從來의 方法으로 mill mixing 할때의 效果를 比較한 것인데 여기서 알 수 있는 것은 乾燥粉末을 미리 混合해 놓은 것을 使用하면 mixing cycle 을 顯著하게 短縮시켜 주므로 生産工程이 效果的으로 進行됨을 알수 있다. 乾式混合物을 製造하는데 所要되는 時間은 mill cycle 에 追加되지만 그렇다고 하더라도 全混合時間에 對해서 約 50%가 短縮되는 것이다.

表 3은 表 2에서 얻은 配合物에 對한 物性を 나타낸 것인데 加黃方法은 모두 press 에 依한 것이다. 그런데 物性에는 그다지 큰 差異가 없음을 알수 있다. 또한 表 4의 配合物을 Banbury mixer 를 使用했을때 그 物性は

表 2. Mill 混合: 乾式混合과 從來 混合方法과의 比較

乾式混合		從來 混合方法	
Mill 에 粉末添加	0分	Polymer band 形成	0分
Band 形成	1分	ZnO, Stearic acid, 酸化防止劑 添加	3分
充填劑添加	2分	Carbon black $\frac{1}{3}$ 添加	5分
完全混粉	3 $\frac{1}{2}$ 分	나머지 black 및 可塑劑添加	8分
Sheeting	4分	促進劑添加	15分
		分散, 精練 및 Sheeting	22分

表 3. 物性比較

	乾式混合	從來混合
Mooney 粘度(ML-4' at 212°F)	66.5	53.5
330°F 에서의 Rheometer		
加黃速度(分)	2.5	2.8
適正加黃時間(分)	6.3	6.3
硬度, Shore A	69	67
100% Modulus(psi)	210	220
引張強度(psi)	1360	1350
伸張率(%)	700	640

表 4. 粉末 乾式配合表

Krynac Rubber(粉末)	100.0
ZMBI	1.5
Aminox	1.5
ZnO	5.0
Stearic Acid	0.5
FEF Black	35.0
MT Black	65.0
Paraplex G-50	10.0
Plasticizer SC	10.0
Santocure	2.5
TMTD	2.0
HiSil 233	2.5

表 5. 粉末 乾式配合物의 物性

	粉末고무	塊狀고무
加黃時間(330°F 에서 6分)	6	6
硬度, Shore A	65	63
100% modulus(psi)	240	240
引張強度(psi)	1450	1530
伸張率(%)	540	550
壓縮歪, ASTM B(%) (250°F 에서 70時間)	49	47

表 5에 있는데 亦是 物性에는 그다지 큰 差가 보이지 않고 있다.

粉末混合時 實際 工場에서 일어나는 變化를 充分히

알려던 從來混合過程에서 展開되는 生産過程과 粉末混合過程에서 展開될 可能性이 있는 生産過程을 對照하여 拂 必要가 있다.

從來 Banbury 나 mill 混合工程에 있어서 Banbury 配合物은 다른 裝置로 넘어가서 sheeting 이 된후 貯藏을 하게 되지만 mill 配合物은 곧 바로 貯藏을 하게 된다. 勿論 貯藏期間은 比較的 짧은나 加工을 더 하기 前에 고무를 粉碎하여 다시 milling 한 후 extrusion 이나 calendaring 하여 加黃하는 것이 普通이다. 粉末고무에 있어서는 blender 에서 配合物이 만들어지면 곧 바로 容器에 貯藏되며 使用時 容器에서 바로 射出成型機로 供給되든가 아니면 blender 에서 바로 供給된다.

普通 使用되는 混合 cycle 에서 粉末고무만을 使用해도 時間的인 節約은 何等없다. mill 混合의 경우 粉末고무가 充填劑添加前에 mill 에 附着되는 短點이 있다. 粉末을 混合할때 剪斷力이 어느程度作用해야 物性이 제대로 發揮되는데 이 剪斷力이 作用하게 되면 配合되는

모든 粉末이나 液體가 잘 混合될 뿐더러 分散程度는 配合成分粉末의 粒子크기와 같게 된다. 混合機는 고무와 充填劑를 物理的으로 混合시켜 주는 것이 아니며 補強程度도 따라서 弱화된다. 이러한 理由로 해서 生産過程에서 剪斷力을 作用시켜 주는 것이 必要하게 된다.

粉末고무配合物이 가지는 主된 利點은 scorch 와 貯藏期間이 길어 진다는 것인데 scorch 安定性이 增加되는 理由는 混合機의 剪斷力이 작고 이러한 狀態에서 活性添加劑가 分散이 잘 된다고 하더라도 大體的으로 고무와 接觸이 될 뿐만 아니라 粒子表面에서 coating 된 狀態로 存在하기 때문에 全 配合物의 熱履歷이 減少된다는데 起因하고 있다. 따라서 이러한 加工安定性이 增加되므로 해서 從來의 配合物에 對해 禁忌로 되어 있는 preure 現象이 活性促進劑使用으로 나타났지만 여기에서는 安心하고 使用할수 있게 된 것이다. 其他 物性에서 나타나는 差異點은 加黃物의 硬度和 modulus 를 들 수 있다.

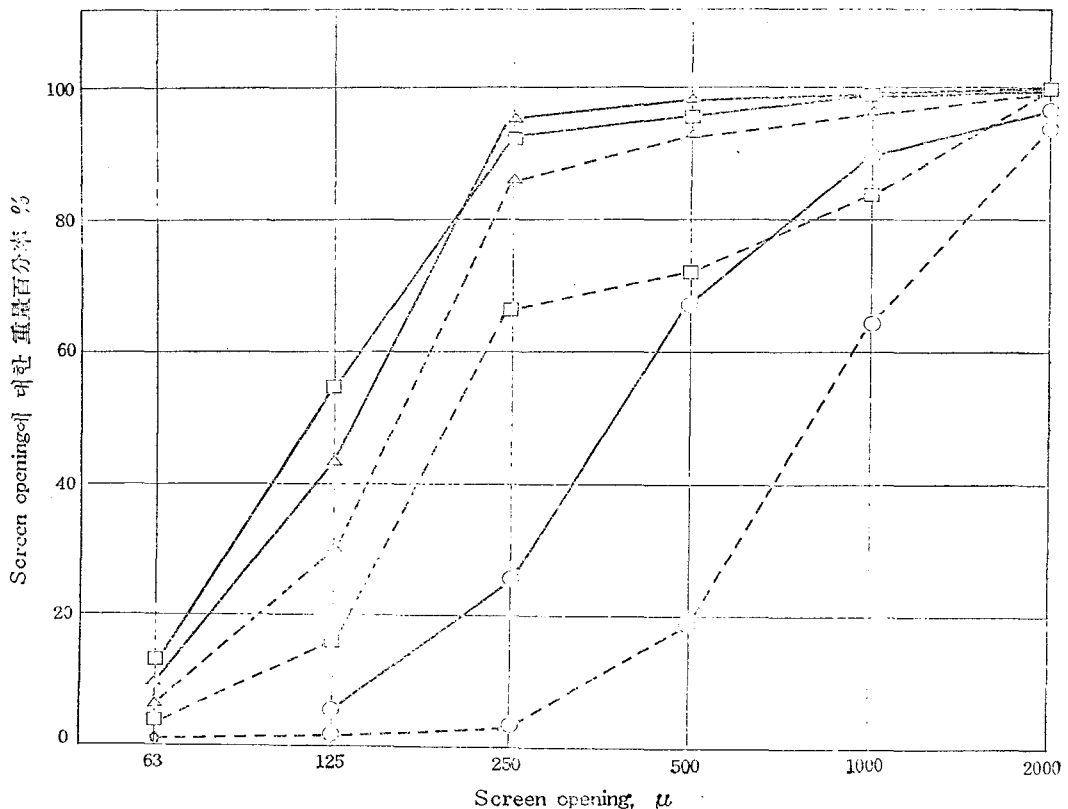


그림 2. 計算值 對 實測值로 본 配合物의 粒子크기

- △ 微粉末고무+粉碎處理된 black
- 中粒粉末고무+N550 black
- 計算值
- 微粉末고무+N550 black
- 實測值

5. 粉末고무와 Carbon Black 粒子的 影響

세가지 配合物, 即 微粉狀粉末고무와 N550 black 40 phr의 配合物, 中粒粉末고무와 N 550 black 40 phr의 配合物 및 微粉狀粉末고무와 粉碎處理된 black 40 phr의 配合物에 對한 影響을 보면 그림 2와 같다. 計算値는 混合途中 兩成分의 粒子크기에 變化가 없다는 前提下에서 얻은 數值이다.

그림 2에서 알수 있는 것은 첫째 carbon black 粒子的 配合前크기는 配合物粒子的 크기에 그다지 큰 影響을 주지 않으며, 둘째 粉末고무의 粒子크기는 配合物粒子的 크기를 決定하는데 主要한 因子가 되며, 셋째로는 最終粒子的는 carbon black을 事前 粉碎處理한 경우를 除外하고는 carbon black과 고무를 그대로 混合했을 때에 對해 얻은 計算値보다는 훨씬 작다는 것이다.

그런고로 高速의 intensive mixer를 使用하면 混合中 carbon black의 粒子크기를 減少시켜 주며 最終混合에서의 粒子크기가 最初配合當時의 粒子보다 微細하여지므로 고무粒자가 多少 작아지게 된다.

6. 混合의 影響

1. 配合과 粒子크기와의 關係

從來方法에 따라 粉末고무를 먼저 加하여 carbon black과 可塑劑가 配合物의 粒子크기에 미치는 影響은(表 6 參照) 可塑劑를 配合할 경우에 있어서 粉末고무와 carbon black을 먼저 混合한후 可塑劑를 漸次 加하면 carbon black이나 可塑劑를 配合해도 粒子크기에는 아무런 影響이 없다. 이것은 配合物의 粒子크기를 支配하는 因子는 原料粉末고무의 粒子크기에 關係가 있다는 것을 말한다.

2. 混合時間, 溫度 및 回轉速度의 影響

各種 混合條件이 配合物 粒子크기에 미치는 影響은(表 7 參照) N550 black 40phr 및 DOP 15phr로 配合된 配合物에 對한 混合을 長時間에 걸쳐 混合해도 粒子크기가 減少되지는 않는데 이것은 原料粉末고무의 粒子가 主要한 因子로 作用하며 混合中에 큰 變化가 없다는 것을 말한다.

混合溫度를 上昇시켜도 아무런 影響은 없다. 그러나 blade의 回轉速度를 減少시켜 混合을 하면 큰 粒子로 되는데 이것은 carbon black 凝集體가 不完全하게 파괴되기 때문이다.

表 6. Carbon Black과 可塑劑가 配合物의 粒子크기에 미치는 影響

配合例	Hycar 1042×110	100	100	100
	N-550 black	40	40	60
	Diocetyl phthalate	—	15	15
	混合速度(rpm)	3800	3800	3800
	Jacket 溫度(°C)	20	20	20
混合時間	粉末고무+Black(分)	4	2	2
	(DOP 添加後)	—	2	2
	計	4	4	4
	Batch 溫度(提出時)(°C)	50	55	58
配合物粒子크기	1000μ	100	100	100
(%以下)	500μ	96	96	96
	250μ	88	88	84
	125μ	64	56	56

表 7. 混合時間, 溫度 및 blade 速度가 配合物 粒子에 미치는 影響

試驗 回 數	1	2	3	4	5
Blade 速度, rpm	1800	3800	3800	3800	3800
Jacket 溫度, °C	20	20	50	20	20
總混合時間, 分	4	4	4	8	12
排出時 Batch 溫度, °C	44	60	110	60	57
配合物粒子크기	1000μ	100	100	100	100
(%以下)	500μ	84	96	100	96
	250μ	72	88	96	96
	125μ	48	60	94	64

7. 粉末고무配合物加工

最終製品을 만들려면 다음과 같은 工程이 必要하다. 即 粉末고무를 熔融시켜 連續고무相으로 만들고 carbon black 粒子和 其他 添加劑를 고무 matrix 中으로 分散시킨후 一定한 形狀으로 成型하여 加黃한다. 從來의 고무加工은 配合劑를 粉碎處理하여 고무 matrix 中으로 分散시켜 配合物을 extruder, calender 或은 其他 成型機로 成型하는 工程이었다. 原料고무를 Banbury에 加하여된 配合物에 비해 粉末狀態에서 미리 混合된 配合物을 Banbury에서 混合하면 配合劑를 미리 混合한 粉末고무쪽이 相當한 利點을 가진다.

또 다른 粉末고무加工法은 Henschel mixer에서 一次로 混合한후 配合物을 最終적으로 分散시키기 爲해 mill mixing을 하는 方法인데 表 8에서 보는 바와 같이 粉末고무混合의 경우와 一般混合方法에 依한 配合物의 物性은 거의 同等한 數值를 나타내고 있는데 milling 時

間이 粉末고무의 경우에는 80%程度나 短縮되고 있는 形便이다.

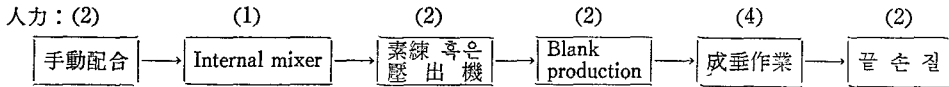
粉末고무配合물을 가지고 最終製品을 만드는데 있어서 直接 extrusion 하는 方法에 있어서는 그 過程이 粉末고무充塡(脫氣시킨 것), 粒子熔融(連續고무相形成),

Carbon black 粒子的 粉碎(粘性剪斷力에 依함), 均一溫度에서 均一混合 및 extrusion 의 順序이다. 위의 같은 工程은 플라스틱工業에서도 適用되고 있으며 screw 디자인이 가장 重要的 點으로 台頭되고 있다.

表 8. Mill Mixing

	從來混合方法	粉末고무混合方法
milling 時間(分)	33	4
100% modulus (psi)	530	620
引張強度 (psi)	1440	1360
伸張率(%)	230	200
硬 度	68	71

<從來方法>



<連續粉末加工方法>

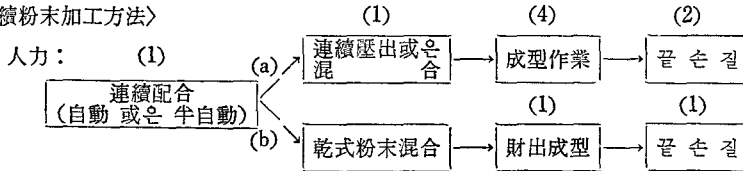


그림 3. 從來加工方法과 粉末加工方法 의 人力附加率 比較

力附加率이 13이 되지만 反面에 粉末加工法에서는 同一製品을 製造하기까지 3내지 8단 있으면 된다.

이와 같은 粉末고무加工法을 플라스틱에 適用시킬 경우, 例컨데 粉末니트릴고무를 플라스틱에 應用하는 경우인데 니트릴고무는 플라스틱工業에 있어서 PVC 配合物에 使用할 경우 非浸出性 可塑劑로서 오래전 부터 使用되고 있다. PVC 配合용으로 니트릴고무를 加할 경우 나타나는 影響은 表9와 같은데 大體的으로 物性이 向上되고 있다.

表 9. NBR 配合 PVC의 物性

	樹脂代置	可塑劑代置
硬 度	減 少	變化없음
引張強度	"	增 加
Modulus	"	"
伸張率	增 加	"
引裂強度	減 少	"
壓縮性	向 上	向 上
低溫屈曲性	"	變化없음
耐磨耗性	減 少	向 上
布接着性	向 上	變化없음

8. Nitrile Rubber 에 對한 加工性

前述한 바와 같이 粉末고무의 加工性은 從來의 一般의인 加工方法에 比해 工程이 훨씬 短縮되고 있는데 이것은 그림 3을 보면 알수 있다. 그림 3에서는 從來 一般的으로 使用되고 있는 internal mixer와 같은 典型的인 mixer에서의 製造工程을 連續粉末加工法과 比較하여 나타낸 것인데 從來加工方法에서는 끝손질까지의 人

니트릴고무를 從來方法으로 加工하기에는 若干의 問題가 있었으나 粉末니트릴고무의 出現으로 加工技術이 實際的으로 向上될 수 있었다. 一般的으로 使用되고 있는 internal mixing에 依한 塊狀고무配合物과 粉末을 乾式으로 配合하여 壓출시켜 加工된 配合物의 物性을 보면 表 10과 같다. 表 10에서 알수 있는 바와 같이 物性은 거의 同一하다. 이와 같이 粉末고무를 一般고무

表 10. Internal Mixing 配合物과 粉末고무 配合物의 物性

	粉末고무	塊狀고무
100% Modulus (psi)	1760	1780
引張強度 (psi)	2340	2400
伸張率(%)	280	275
引裂強度(lb/in)	330	330

加工法에 依하든지 플라스틱加工法에 依하든지 兩者를 使用하드라도 物性에는 何等의 缺陷이 없다.

9. 結 論

이제까지 記述한 바와 같은 粉末加工法에 依한 加黃

物과 從來加工法에 依한 加黃物과의 사이에 어떠한 뚜렷한 物性的 差는 나타나지 않고 있으며 粉末고무가 어떠한 여러가지 利點을 가지고 있으나 하는 것은 單的으로 말하자면 經費, 即 賃金 및 投資經費에서 利點을 가지고 있다.

다시 말하자면 混合時間이 mill mixing 에 비해 半程度이고 internal mixing 일 경우에는 短縮되며 extrusio의 경우 連續混合이 可能하다는 點이 있다. 또한 從來方法을 使用하더라도 짧은 時間에 적은 人力으로 同一한 量의 生産이 可能하거나 同一한 時間에 同一한 人力으로 더 많은 生産을 할수 있다는 點도 介在되고 있으므로

로 中小企業에 經費切減을 招來하게 되므로 더 많은 利益을 追求할 수 있는 것이다.

參 考 文 獻

- 1) Goshorn, T.R., A.H. Jozensen and M.E. Woods, *Rubber World*, 161, 6, p.66(1969)
- 2) Woods, M.E. and R.P. Krosky, *Rubber Age*, 105, 4, p.33(1973)
- 3) Byrne, P.S. and H.F. Schwarz, *Rubber Age*, 105, p.43(1973)
- 4) Widmer, H. and P.W. Milner, *Rubber Age*, 106, 11, p.41(1974)

※ 151page에 이어서

고무분이 15%로 할려면 배합전량은 $57 \div 15\% = 380$ 이 되어야 한다. 여기서 고무분 = $(100 \times 50\% + 100 \times 4.5\%) \div 380 \times 100 = 25\%$, 유효고무분 = $(100 \times 50\% + 100 \times 45\%) \times 60\% \div 380 \times 100 = 15.0\%$, 黃 = $94 \times \frac{3.5}{100} = 3.22 \approx 3.2$, 촉진제 M = $95 \times \frac{0.8}{100} = 0.78 \approx 0.8$, 촉진제 DM = $95 \times \frac{0.5}{100} = 0.475 \approx 0.5$ 가 된다. 다음에 ZnO는 3.0 정도가 좋고 軟化劑는 再生고무가 多量이기에 소량도 좋으며 St-a는 1, 방향족 process oil을 3.0을 배합하고 安價인 중질탄산칼슘 100, 미립중질 탄산칼슘을 50, Carbon black을 20으로 하여 다음 表 11과 같이 定한다.

表 11.

타이어재생 고무(비중 1.7)	100
절재생(비중 1.26)	100
黃	3.2
촉진제 M	0.8
DM	0.5
ZnO #3	3
중질 탄산 칼슘	100
SRF black	19
St-a	1
naphthenic process oil	3
미립자 중질 탄산 칼슘	50
	380.5

6. 참고문헌

- ① Encyclopedia of Chemical technology
- ② JIS-K-6200, 고무用語
- ③ ibid, 32, 37.
- ④ 고무試驗法, 日本ゴム協會誌 606, (1963)
- ⑤ *Ind. Eng. Chem. Anal.* Ed. 16, 424(1944)
- ⑥ Ibid, 17, 806(1945)
- ⑦ ASTM-D-1416-58aT(1958)
- ⑧ 再生ゴム, 日本ゴム協會誌, 85, (1970)
- ⑨ *Rubber Age*(N.Y.) 70, 608(1952)
- ⑩ 再生ゴム, 日本ゴム協會誌 119, (1970)
- ⑪ 고무공학會誌 6(2), (1971)