

# 粉 塵 處 理

協 會 會 誌 課

編輯者註 : 고무工業에 있어서의 「公害問題에 관한 輿論調査」의 結果를 보면 일반적으로 煤煙·粉塵에 관한 것이 가장 甚한 것 같다. 本稿는 橫浜고무(株), 生産技術本部 渡邊陽紀의 研究論文 중에서 가장 우리들에게 밀접한 公害問題인 粉塵에 관한 處理問題를 발췌하여 정리한 것이다.

## 1. 序 言

煤煙은 보일러, 燒却爐 등의 燃料 기타 物質의 燃燒에 의해 發生하는 「硫黃酸化物」, 「그을음粉塵」 등이나, 法的 規制의 強化로써 現在에는 燃料의 轉換, 燃燒裝置 및 燃燒技術의 進步, 改良, 集塵機의 設置 등으로써 많이 改善되었다.

粉塵의 對策과 그 效果는 어떠한가, 粉塵은 煤煙, 騒音과 같이 排出口에서의 排出量이나, 敷地 境界에서의 規制値에 해당되는 것이 없이 浮遊粒子狀物質의 環境基準이나 職場環境中の 有害物의 許容濃度의 勸告値가 정해져 있을 뿐이다. 또 粉塵은 煤煙·騒音과는 달리 특별한 경우가 아니면 直接 公害를 미치지 않으므로 과거의 測定結果는 그만큼 必要로 하지 않았으므로 現狀을 把握하기에는 資料가 不足한 것이다. 集塵機自體의 效率이 좋아도 實際의 現場에서 捕集效果를 포함한 效率에 대해서는 測定器, 測定方法, 測定技術 등의 문제도 있다.

보일러, 燒却爐의 煤煙은 電氣集塵機, scrubber 혹은 bag filter 등으로 발생하는 가스의 全量을 捕集하므로 集塵機의 效率分만큼 確實히 回收된다. 이에 대해서 粉塵의 경우는 生産設備이므로 일단 발생 粉塵이 거의 大氣中으로 나온後 捕集하므로 그 效率의 影響이 問題된다.

요즈음 粉塵問題는 公害問題뿐 아니라 環境·

衛生問題로서 클로즈업되고 있다. 고무工場에 있어서도 이러한 觀點에서 粉塵處理에 대해서 再認識하여 과거에 處理困難視되었던 카아본 블랙 粉塵에 대해서도 早速解決하여 粉塵없는 工場으로 만드는 것이 企業發展에 크게 이바지하는 것이라고 본다.

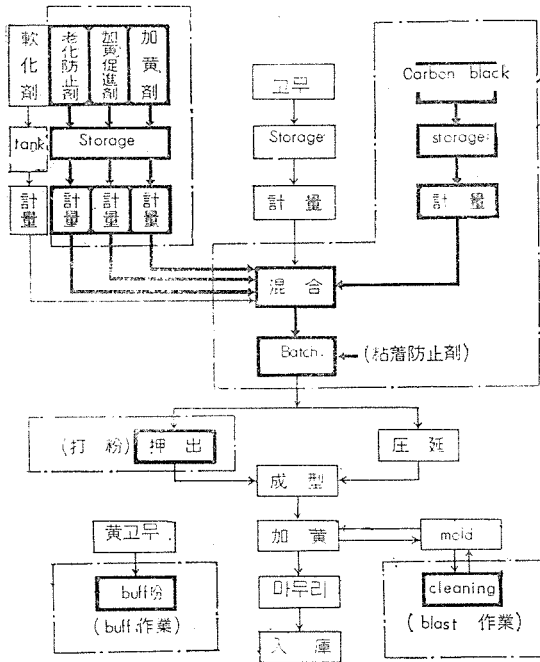
## 2. 粉體의 特性

고무工場에 있어서 「粉塵」이 發生하는 工程은 일반적으로 그림 1과 같으며 이 중에서 가장 公害問題가 되는 것은 고무配合作業에 있어서의 카아본 블랙 및 配合劑의 飛散이다. 이외에 talc 나 buff 粉은 職場環境을 汚染시키고 주로 衛生上 좋지 않은데 不注意로 外部로 排氣시키면 隣近에서 公害의 影響을 받는 수가 있다. 또 특히 注意해야 될 것도 公害防止裝置에 事故가 있을 때는 큰 公害를 일으키게 되므로 設備에 대한 管理를 소홀히 해서는 안 된다.

集塵裝置의 基礎를 이루는 것은 粉體自體의 特性이며 이것을 잘 理解하지 않으면 集塵機의 設計나 運轉을 할 수 없다고 한다. 粉體의 特性에는 粒子의 크기, 眞密度(眞比重), 密度(겉보기比重), 摩擦, 附着性, 粉體에 의한 摩耗, 着火性 등 여러 가지 特性이 있으나 이 중 集塵機와 가장 關係가 깊은 것은 粒子의 크기이다. 表1에 고무用카아본블랙, 表2에는 配合劑 등, 각각重

要한 것에 대해서 平均粒子徑, 密度를 기록하였으나 現場에서 發生하고 있는 상태는 다르므로 測定하여 確認할 필요가 있다.

카아본 블랙은 고무의 物性を 높이기 위해 없어서는 안 될 材料로서 種類도 많으며 使用量도 다른 藥品類에 비해 많다. 粒子徑은 보통 20~50



[그림 1] 粉塵發生工程 (굵은 테두리)

<表 1> 카아본블랙粒徑 密度

記 號	平均粒子徑 (m $\mu$ )	密 度 (kg/m $^3$ )	比 重
SAF	18~22	335	1.8~1.9
ISAF	23~25	340	〃
ISAF-LS	20~23	440	〃
ISAF-HS	23	330	〃
HAF	26~28	375	〃
HAF-LS	25~27	510	〃
HAF-HS	22~25	335	〃
GPF	50~55	425	〃

<表 2> 주요配合劑 充填劑의 粒徑密度

材 料	平均粒子徑 (m $\mu$ )	密 度 (kg/m $^3$ )	比 重
酸 化 亞 鉛	0.3	750	5.6
스 테 아 린 酸	0.8	540	0.92
炭 酸 칼 슘(輕質)	2.0	500	2.6
粉 末 硫 黃	60	560	1.96
talc	1~50	560	2.8

(m $\mu$ )의 微粒子이다. 粒子徑이 작을수록 고무와 의 接觸面積이 많아지므로 補强效果가 있다.

1 $\mu$  以下の 粒子는 空中에 滯留하는 時間이 길며, 空氣의 흐름에 따로 이동되므로 멀리 날아가서 洗濯物을 더럽히다가 住宅內에 浸入하여 室內을 汚損시킨다. (日本에서는 카아본블랙은 第二의 粉塵으로 보고 許容濃度를 5mg/m $^3$  以內로 권고하고 있다<sup>1)</sup>)

粉體의 附着<sup>2)</sup>은 物體間의 引力과 附着面의 水分에 의한 吸引力 때문이라고 한다. 粒子가 떨어지지 않는 現象은 微粒子일수록 크며, 實際로 10 $\mu$  以下の 경우 問題가 된다. 附着性은 또 器壁에 粒子가 堆積되어 duct를 폐속시키거나, 裝置의 機能을 저하시키는 原因이 되므로 留意할 必要가 있다. 카아본블랙도 吸濕하면 凝集固着되므로 수송, 저장 동안은 水分을 吸收하지 않도록 또는 器內에 附着·堆積되지 않도록 材質 形狀 등을 充分히 고려하여야 한다.

duct內의 附着·堆積은 機能障害를 일으킬 뿐 아니라 火災를 일으키는 경우가 있다. 特別히 고무 buff 作業에 있어서 設計가 나쁘면 duct나 送風機內에 고무粉이 堆積하여 그라인더의 불꽃이나, 기타 原因으로 着火되는 수가 있으므로 고무 buff 의 集塵 裝置에는 duct에 閉止板을 設置하든가 自動的으로 消火되는 裝置를 하는 것이 바람직하다. 粉塵 폭발의 농도는 數10~數100 g/m $^3$ 이므로 이 범위의 濃度를 유지하도록 하고 위험성이 없도록 確認하여야 한다.

粉塵對策上 큰 效果를 올리는 데에는 粉體의 造粒 또는 pellet化가 있다. 現在 고무用 카아본블랙은 모두 造粒되어 있으며, 또 配合劑도 造粒化되고 있다.

### 3. 配·混合工程의 防塵

고무工場의 粉塵은 原材料로서 사용하는 粉體를 取扱하는 配·混合工場이 가장 問題이며 그 對策이 잘 이루어지면 다른 粉塵對策은 充分히 可能하다고 본다.

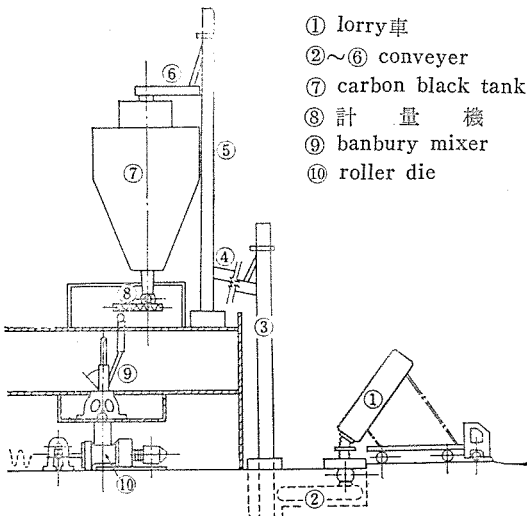
最近에는 사용하는 原材料의 改質로써 카아본블랙이나 加黃促進劑 등도 造粒化되었으나 아직도 一部에는 粉末狀으로 남아있어 不充分한 상태이다. 또 作業改善에 의한 粉塵防除改善도 바

람직하나, 工程의 複雜性和 技術上 問題가 있어 一部門의 努力만으로는 解決되지 않는 現狀이다.

藥品類는 지금도 包袋들이로 入荷되므로 이 形態로서의 原材料의 防塵對策은 在庫의 減少, 輸送의 機械化·單純化로 入手取扱回數를 줄이고 包袋의 破損 등을 防止하는 동시에 計量時나 空袋處理에서 防塵하여야 된다. 手作業計量에서는 集塵 hood를 아무리 研究하여도 效果를 기대할 수 없으므로 計量室을 設置하여 粉塵을 捕集하여야 하고 空袋處理도 專用處理室內에서 取扱하여 다른 곳으로 粉塵이 飛散되지 않도록 注意해야 한다.

### 3.1 自動計量方式의 防塵

生産增大에 따라서, 生産性, 品質管理上 또는 其他 여러 가지 長點도 있어, 大量으로 사용하는 카아본 블랙에는 自動計量方式을 採擇하고 있다. 이 때에는 專用 lorry車나 container로 納入하며 lorry 納入에는 카아본블랙탱크가 필요하게 된다. 이 탱크는 간막이를 하여 數種類의 카아본 블랙을 貯藏할 수 있도록 하여 各 種類의 카아본 블랙이 自由로 計量될 수 있도록 되어 있다. 카아본 블랙은 貯藏, 計量까지는 造粒이 加급적 破壞되지 않아야 하나, lay out의 形便上 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 이 때 lorry車로부터 받아들일 때와 各 conveyer間에서 주고 받을 때 粉塵이 發生하며 또 탱크의 最上部中央에

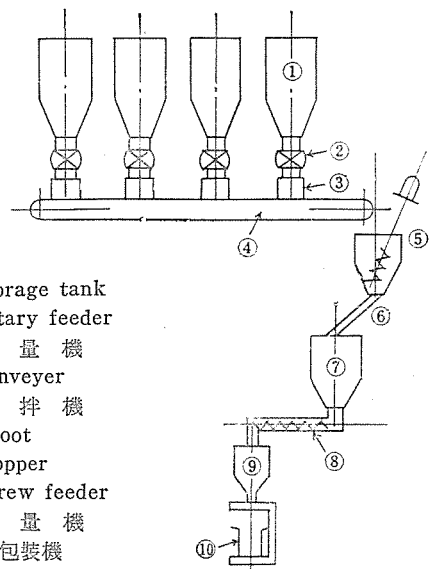


〔그림 2〕 카아본블랙의 貯藏計量

카아본블랙을 所定된 곳으로 分配하는 distributor가 있어 그 入口에서도 粉塵이 發生한다. 이외에도 카아본블랙을 아무 支障없이 輸送하기 위하여 요소요소로 粉塵捕集을 위한 장치를 하고 集塵機에 接續시켜 回收한다. 回收된 카아본블랙은 그대로 計量機에 넣어서 使用할 수 있다. 이와 같은 一連의 設備에서 카아본블랙이 飛散하지 않도록 充分한 配慮가 必要하다.

藥品類의 配合作業은 取扱하는 藥品의 種類도 많고 카아본 블랙 計量보다도 複雜하므로 設備費가 많으며 長點이 없으므로 自動化가 늦어지고 있다. 手作業으로서의 粉塵處理에 制約이 있어 充分한 效果가 없다. 最近 環境面·衛生面의 問題가 클로즈업되어 다른 職場의 粉塵對策이 進歩됨에 따라 配合 주변의 環境不良이 눈에 띄며 改善對策이 切實히 必要하게 되어가고 있다.

카아본블랙의 自動計量化에 따라서 倉庫가 必要없게 되었다. 藥品類의 自動化에 의해서도 마찬가지로 倉庫가 不必要하게 되어 그 스페이스는 生産이나 기타 다른 것에 有效하게 使用되는 長點이 있다. 自動計量 裝置의 發達에 의해 設備費도 점차로 감소되므로 藥品配合의 自動化도 可能하다고 생각된다. 첫 단계로서 그림 3과 같이 먼저 計量과 包裝까지의 自動化를 생각할 수



〔그림 3〕 藥品의 計量, 袋包裝

있다. 包裝材에 폴리에틸렌을 사용하여 Banbury mixer에 包裝한채로 投入하면 고무와 함께 mixer에 投入하는 것은 遠隔操作이 可能할 것이다

### 3.2 混合의 防塵

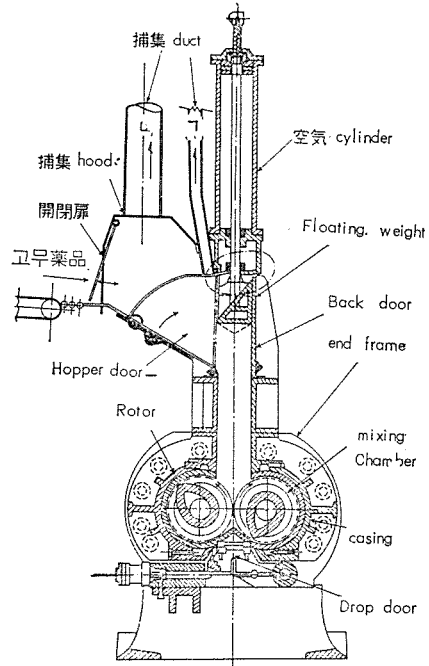
混合作業에 있어서의 粉塵飛散은 카아본블랙을 造粒한 후부터 많이 減少되었다. Batch system 混合方式으로는, 混合사이클 마다 hopper, discharge 兩 door의 開閉 및 混合中 가스排出에 따른 粉塵을 完全히 捕集하기는 매우 어려운 일이다.

密閉混合機(Banbury mixer)로 混合할 때에는 보통, 고무, 藥品類를 前部の hopper로 投入하고 카아본블랙은 後部の shoot로 投入한다. 投入後 곧 floating weight를 낮추어서 6~7kg/cm<sup>2</sup>의 面壓으로 強力한 剪斷力을 고무에 주면서 카아본블랙, 藥品類가 고무 分散되도록 混合한다.

floating weight의 幅은 mixing rotor의 全長과 같으며 壓力이 고무에 均等하게 加해지도록 되어 있다. 最近의 高壓·高馬力의 混合사이클은 從來에 비해 短縮되어 實質混合時間은 2分보다 짧은 時間에 混合效果를 올리지 않으면 안 된다. 따라서 粉體의 投入量, 投入時間이 混合 效果에 크게 影響을 미친다. 카아본블랙의 密度는 330 kg/m<sup>3</sup>에서 510kg/m<sup>3</sup>으로 대단히 그 範圍가 넓으며 使用하는 종류에 따라 batch weight를 調整할 必要가 있다.

이제 가령, batch 重量을 200kg이라 하고, 고무 120kg, 카아본블랙 60kg (密度 450kg/cm<sup>3</sup>), 藥品類, oil 計 20kg라고 하면 投入時의 原料 容積은 약 280ℓ로, 混合終了後의 容量 약 180ℓ, 그 差 100ℓ는 粉體에서 分離되는 空氣의 量이며, 그 大部分은 混合中에 機外로 排出되나 이 空氣에 따라 1部의 카아본블랙도 排出된다.

混合室內의 壓力은 6~7kg/cm<sup>2</sup>로 높으므로 氣體가 세게 排出된다. 이들은 floating weight와 機壁에 설치된 空隙을 통하여 hopper door 上部에서 排出하는 機構로 되어 있다. 카아본블랙의 排出量은 機械나 混合方法에 따라 差가 있으나 投入量의 1% 정도까지도 있어 이를 完全捕集하는 것이 카아본블랙 混合에 있어서 가장 중요한 점이다.



〔그림 4〕 Banbury mixer 捕集 hood

이외에 混合終了後 配合된 고무를 放出하나 다음 原料를 投入하기 위하여 floating weight를 올려서 hopper door를 開放한다. 混合室內에는 高温의 고무에서 나온 가스가 있어서 이것을 瞬間에 捕集하여 集塵機로 보내는 hood, duct도 必要하며 그림 4와 같은 것이 效果的이다. 또 가스가 室內로 나오는 것을 防止하기 爲하여 捕集 hood 內에 開閉可能한 문을 併置하는 것도 可能하다.

또 고무, 藥品類의 投入을 카아본블랙과 같이 自動化하면 hopper에서 나오는 粉塵도 確實히 回收되므로 藥品類의 計量自動化와 잘 어울려서 配·混合室의 粉塵에 對해서 거의 解決될 것으로 본다.

### 4. 集塵裝置<sup>3)</sup>

集塵裝置는 空氣中の 微粒子를 分離捕集하는 裝置이며, 集塵原理에 따라 分類하면 다음과 같다.

(가) 重力, 慣性에 의한 集塵

- (나) 遠心力에 의한 集塵
- (다) 濾過에 의한 集塵
- (라) 洗淨에 의한 集塵
- (마) 電氣에 의한 集塵
- (바) 音波에 의한 集塵

또 크게 나누어 濕式, 乾式의 두 型式으로도 分類할 수 있다. 濕式은 再飛散할 우려가 없다는 利點이 있으나 多量의 물을 사용하므로 循環裝置 등의 附帶設備가 必要하고 또 경우에 따라서는 水處理施設이 필요하게 되는 경우가 있으므로 充分한 檢討가 要望된다. 工業用으로 널리 쓰이고 있는 것은 遠心力을 利用한 Cyclone, 濾過方式의 bag filter 및 電氣集塵機 등이나, 각각 特徵이 있으므로 잘 理解한 다음에 採用하여야 한다. 특히 電氣集塵氣는 性能은 좋으나 高價이며, 特性을 理解하지 않고 사용한다면 能力을 充分히 發揮하지 못하는 경우가 있으므로 管理體制에 留意하지 않으면 안 된다.

#### 4.1 Cyclone 集塵機

Cyclone은 遠心力으로 粒子를 바깥쪽으로 飛散시켜 內壁을 통하여 떨어지게 한 다음 集塵하는 것이며, 構造가 簡單하여 製作費가 廉가이며 보통  $5\mu$  以上の 粒子에 效果의이다. 構造만 簡單할 뿐이고 對象인 粉體의 特性에 잘 맞도록 設計하지 않으면 期待한 效率를 얻을 수 없다. 그러므로 채택할 때에는 粉塵의 粒度 및 粒度分布에 對해서 充分히 調査한 다음 專門메이커와 잘 協議하여야 된다. 일반적으로 入口風速이 크면 壓力損失이 크며 捕集效率를 높이 올릴 수 있고, 風速이 작으면 duct內에 粉塵이 堆積되는 수가 있다.

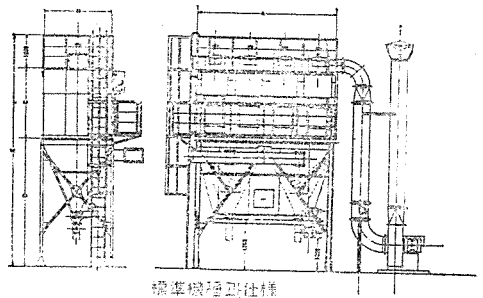
#### 4.2 bag filter

filter 集塵機는 織布로 濾過하는 것으로서 높은 集塵效率를 얻을 수 있다. 織布材料로는 보통 나이론, 데트론 등의 合成纖維가 使用되고 있으나 高溫用으로는 glass 纖維製의 bag으로  $250^{\circ}\text{C}$ 까지 處理가 可能하다.

bag filter는 粉體自身の 層에 의해서 濾過되므로 粒子徑이 작은 것이 效率이 높은 利點이 있고 濾過速度는 느린 쪽이 좋으며 보통  $1\sim 1.2\text{ m/min}$  정도이다. 또 bag filter의 品質은 bag

에 堆積되는 粒體를 除去하는 機構에 좌우된다고 할 수 있다. 이것이 效率 및 濾過布의 壽命에 關係된다. 堆積粒體의 除去가 不充分하면 壓力損失이 커지며 너무 많으면 捕集效率를 低下시킬 뿐 아니라 濾過布의 壽命을 짧게 한다. 使用할 때에는 壓力損失의 狀態를 보면서 除去하는 周期를 設定하는 것이 중요한 일이다. 振動만으로는 除去하기가 不充分하므로 現在에는 連續用으로서 多室로 하여 一室씩 털어버리는 型式이 많이 利用되고 있다.

公害防止 및 運轉經費面에서 捕集效率를 높여 濾過布壽命을 길게 유지하려면 設備가 좋아야 하며 管理를 철저히 하여야 可能하다. 그림 5는 bag filter의 一例를 나타낸 것이다.



〔그림 5〕 連續 bag filter

型番號	105
型式	TDC-50 <sup>cs</sup>
dust tube의 面積 (m <sup>2</sup> )	550(440)
dust tube의 數 (本)	480(384)
shaking motor(kW)×(P)×臺數	0.4×4×5
室數	5
dust hopper의 數	4
dust 排出方式	slide gate의 경우 4 screw conveyer, rotary valve의 경우 各 1
同上 motor(kW)×(P)×臺數	2.2×4×1
dump, cylinder magnet valve	5組

(新東 dust collect(株))

#### 連續式

1. ( )內의 數字는 Shaking 作業中에 集塵作業을 續行하고 있는 dust tube의 面積 및 本數
2. C型은 連續式을 表示하고 CS型은 連續式이면서 排出裝置로 screw conveyer나 또는 rotary valve가

附屬되어 있음을 表示함

3. dust tube는 標準型으로 다음 size를 使用한다.

133φ×1,780mm · 133φ×2,845mm

4. 處理 gas量(m<sup>3</sup>/min)=dust tube의 面積(m<sup>2</sup>)

× 濾過速度 (m/min)

(濾過速度(m/min)는 dust tube collector의 壓力 損失을 100mmAg 以下에서 使用하는 경우 一般集塵에서는 1m/min 前後가 보통임)

日本에서도 카아본블랙 製造 過程에 bag filter가 使用되고 있으나 美國 phillips chemical社<sup>4)</sup>에서는 電氣集塵機後部에 大型 dust collector를 設置하여 카아본블랙을 99.5%以上 回收하고 있다고 한다.

仕 樣	粉塵의 粒度分布
處理風量 : 3000m <sup>3</sup> /m	0.005~0.02μ 14%
入口含塵濃度 : 3g/m <sup>3</sup>	0.02~0.03μ 35%
가스 溫度 : 200°C	0.03~0.04μ 30%
濾過布材質 : glass纖維	0.04~0.05μ 18%
濾過速度 : 0.5m/min	<0.05μ 8%
壓力損失 : 100~125mmAg	捕集效率 99.7%

### 4.3 hood 및 duct

集塵裝置로서의 效果와 粉塵捕集의 效率을 높이는 데 hood 및 duct는 중요한 역할을 하고 있다. 일반적으로 集塵裝置에서 取扱하는 粉塵濃度は 작으므로, 集塵裝置란 特定空氣의 輸送機 및 分離機로 組合된 裝置이며 그 特定空氣(粉塵)를 捕捉하는 部分이 hood이고, 輸送하는 部分이 duct이다. 이것은 둘 다 重要な 要素임에는 틀림없다. 集塵目的을 充分히 達成하자면 먼저 發塵을 잘 捕集할 수 있어야 하며 그러기 위해서는 最善의 方法을 擇해야 할 것이다. 이제까지 作業性을 重視해온 結果로 捕集 hood가 機能을 발휘할 수 없는 位置에 설치되어 있는 傾向이 있다. 오히려 hood를 發塵源에 接近시켜 遠隔操作이나 혹은 行動化로 作業者를 發塵源으로부터 떨어져서 作業하게 함으로써 遠隔操作, 自動화가 達成되어 生産性的 向上, 環境, 衛生, 安全, 機械保全 등의 改善도 크게 期待된다.

duct의 壁力損失도 그냥 無視할 수 없다. lay out의 미숙으로 集塵機와 匹敵할만한 것으로 되는 수가 있으므로 加급적 複雜한 工事は 避해

야 하며 또 duct의 吸引側, 集塵機의 排出側의 적절한 곳에 安全·容易하게 測定할 수 있는 測定口를 두는 것이 粉塵對策을 위해서 반드시 必要하다.

### 4.4 集塵機의 크기 및 其他

集塵裝置의 價格은 機種과 크기에 따라 다르다. 보통 集塵效率이 높은 機種일수록 設備費用은 高額일 것이나 運轉經費는 반드시 그렇지는 않으며, 反對의 경우도 있으므로 綜合的으로 생각할 필요가 있다. 같은 機種이라면 集塵機의 價格은 當然히 그 處理風量에 比例하며 本體에 關聯된 附帶設備나 設置工事費 및 運轉經費도 比例하여 높아진다. 그러므로 集塵裝置를 計劃할 때에는 性能을 決定하는 機種의 選定과 같이 容量을 決定할 경우에도 充分한 調査를 해야 된다. 集塵機의 容量을 集塵技術에 依한 것이나 生産技術에 依한 것이 많다. 處理風量을 적게 하자면 生産技術의 向上에 달려 있으므로 設置者 스스로 決定할 문제이다. 妥當한 風量을 정하는데 充分한 資料는 發生粉塵의 實態를 把握하여야 한다.

集塵裝置는 lay out上 大部分 建物屋上에 設置하는데 捕集效率이 좋지 않은 集塵機인 경우는 오래동안 屋上에 排出된 粉塵이 堆積되어 이것이 바람에 날려 公害를 일으키는 수가 있다. 물론 公害防止를 爲해서는 集塵效率이 좋은 集塵機의 選定과 경우에 따라서는 周期的인 清掃가 必要한 것이다. 또 送風機, 電動機의 騒音障害을 일으키는 경우가 많으므로 機種의 選定에도 留意하여야 한다.

### 5. 粉塵測定

粉塵處理對策으로는 發塵源의 狀況, 사용하고 있는 集塵裝置의 效率을 調査하는 것이 중요한 일이나, 同時에 職場環境의 測定도 捕集效果, 防塵技術의 向上을 도모함과 環境對策, 衛生上 問題로서 把握할 필요가 있다.

粉塵濃度は 取扱材料, 作業方法, 設備의 稼動狀況, 設備保全, 測定位置場所, 季節 등에 의해서 變動되므로 測定結果에 대해서는 分類, 整理해 놓아야 한다. 또 粉塵濃度は 微少(보통 ppm

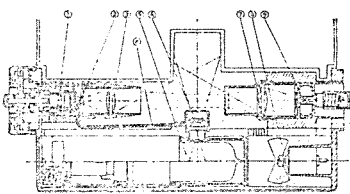
이하)하므로 細心한 注意를 하면서 測定할 수 있는 技術者이어야 하며, 計測器의 構造特性을 잘 理解한 사람이 아니면 信賴할 수 있는 데이터를 얻을 수 없다.

digital 粉塵計는 携帶用으로서 便利하나 制約條件이 많으므로 유의하지 않으면 틀리기 쉽다. 또 故障이 나기 쉬우므로 測定前에 正常如否를 確認해 두어야 하며 定期的으로 點檢, 校正해 두어야 한다. 活用하기 위해서는 粉塵別로 重量濃度計와 同時測定을 하여 補正係數를 定해두면 좋다. 粉塵處理對策의 第一歩는 測定技術의 向上에 있다.

### 5.1 測定器

粉塵測定器는 여러 가지로 많이 있으나 각각 專門的인 特徵을 갖고 있다. 直接測定方法에 의한 것과 捕集測定方法에 의한 두 型式이 있으며 一般的으로 工場의 職場 粉塵測定에 쓰이는 代表的인 것으로 直接測定 方法으로는 digital 粉塵計, 捕集測定方法으로는 high volume sampler 또는 이와 같은 原理로 된 low volume sampler 가 있다.

digital 粉塵計는 散亂光量을 積算하여 計數率에 의해 測定하는 것으로 相對值이며, 0.3 $\mu$ 의 stearic acid 粒子로 校正되고 있다. 따라서 職場 粉塵의 測定에 있어서는 粉塵의 種類, 粒度和 分布 등을 조사하는 것이 중요한 일이다. digital 粉塵計의 感度は 0.3~0.4 $\mu$ 이 피크이며 粒徑이 큰 것은 感度が 낮다.



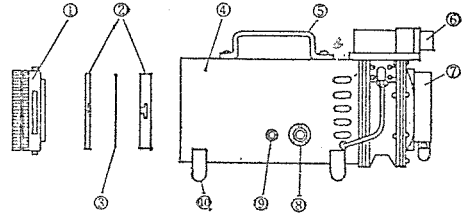
- ① 乾燥劑
- ② 標準散亂板
- ③ 集光렌즈
- ④ light guide
- ⑤ 光電子倍增管
- ⑥ slit
- ⑦ collimator lens
- ⑧ fan
- ⑨ 光源球 (4V, 0.1A)

[그림 6] P-3 型檢出器 內部構造

high volume sampler 및 low volume sampler 는 大氣中の 粉塵을 吸引하여 吸氣口에 裝備된 glass fibre 濾過紙에 採取하여 그 重量 및 化學的 組成 등을 調査한다. 보통 10 $\mu$  以上の 粒子를 cut하는 分粒裝置를 달아서 測定한다. 計量은

는 精密天秤을 사용하나, 濾過紙 취급에 주의하고 測定誤差를 작게 해야만 된다.

### <構造>

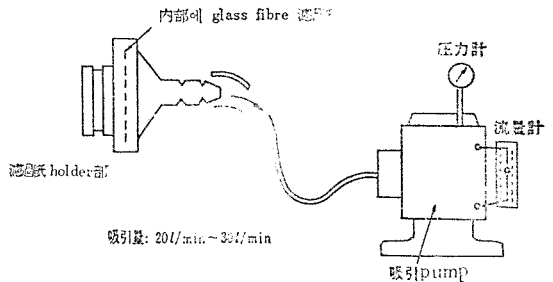


- ① 濾過紙 holder      ② clip      ③ 濾過紙
- ④ 本體      ⑤ holder      ⑥ 積算計      ⑦ flow meter
- ⑧ 接續 concent      ⑨ 푸우즈      ⑩ 다리

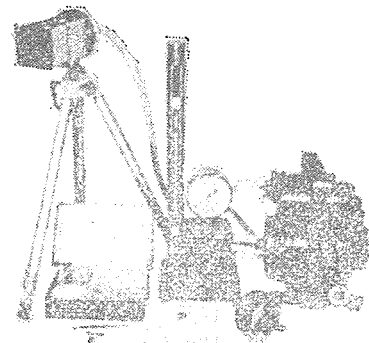
[그림 7] high volume air sampler

### 仕樣:

- 吸引量      500l/min 以上
- 流量計      積算流量計 1 count 100l/min $\times$ 7段 flow meter附
- 吸引壓力      1,500mmAq 以上
- motor      100V/600W
- fan      高性能 double fan
- brush壽命      750時間 以上
- 濾過紙 holder 濾過紙 clip 100 $\phi$  有效徑 90 $\phi$
- 重量      6.5kg
- 크기      355 $\times$ 185 $\times$ 215mm
- CODE      8013-02



吸引量: 20l/min ~ 30l/min



[그림 8] low volume air sampler

low volume air sampler  
 L-20型 (多段型分粒裝置附)  
 800-220  
 吸引 pump 1 P-20L 型  
 rotary 式  
 吸引量 1~25l/min  
 最大吸引壓 300 Torr 以上  
 AC100V35W, 230×175×145m/m 약 7kg  
 8005-3552 C-20型  
 濾過紙 holder(分解可能)  
 平行板 0.3t Stainless 製  
 三脚 3段式 85cm 取附 band 附  
 8012-021  
 流量計 LV-20型  
 流量計 눈금 3~32l/min  
 流量調節 valve附  
 壓力計 0~500mmAq

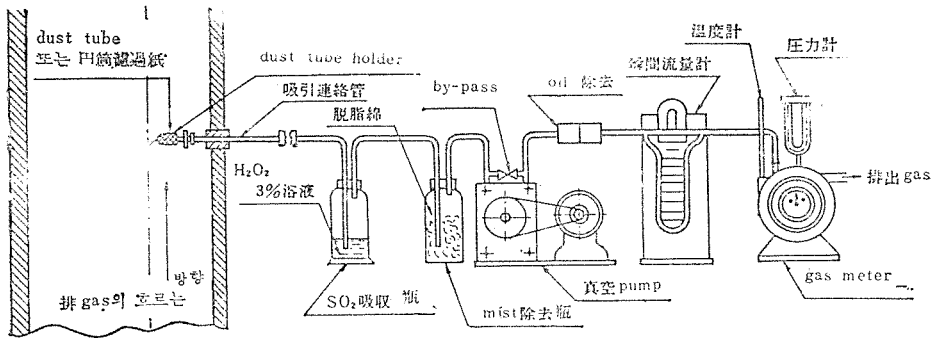
duct內的 粉塵濃度測定은 粉塵量이나 集塵裝置의 效率測定 때문에 하나 그 要領은 그림 9와 같은 煤塵量測定裝置에 準據하여 測定한다.

等速吸引의 濾過捕集을 爲하여 duct直管部の 적절한 點(安全 포함)에 測定口를 設 必要가 있다. 보통 duct內的 粉塵濃度는 作業에 따라서 다르므로 作業狀況을 記錄해두는 것이 중요한 일이다.

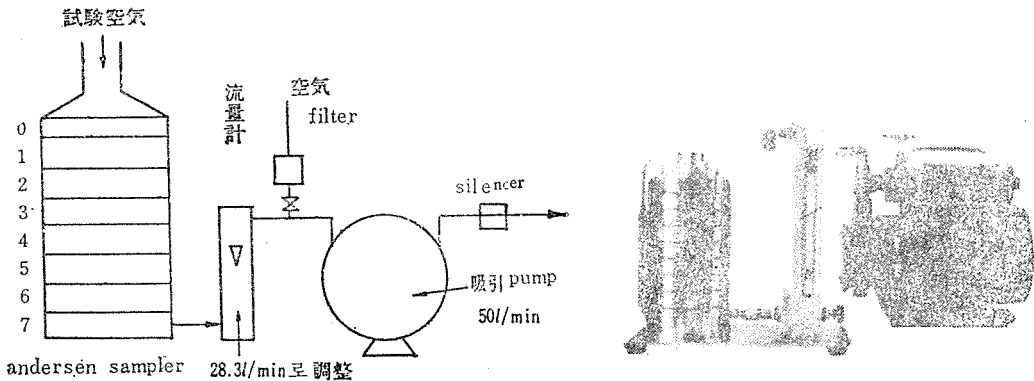
5.2 粒塵分布의 測定

그림 13에 표시된 바와 같이 11 Banbury mixer 4臺를 配置한混合室中央部에 Andersen Sampler 를 裝置하고 카아본블랙을 捕集하여 粒徑別로 그 量을 測定하였다. 測定器는 그림 10에 表示된 바와 같이 8個의 捕集皿으로 위에서부터 차례로 粒徑이 큰 粒子를 捕集한다.

<測定裝置의 一例>



(그림 9) 煤塵量測定裝置 (I 型)

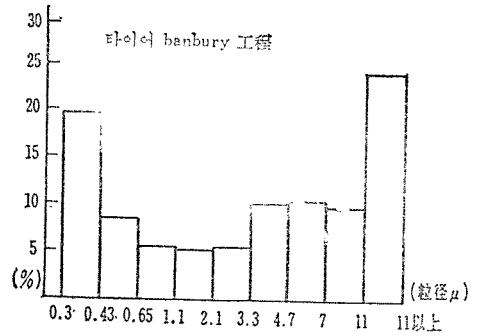


(그림 10) Andersen Sampler



이 裝置로 最下端의 捕集皿을 通過한 것을 合해서 모두 9種의 粒徑別 粉塵이 採取되어 重量測定과 吸引量으로써 濃度 및 粒度分布를 알 수 있다. 測定結果는 그림 11에 表示된 바와 같으며 그 중에서도  $11\mu$  以上の 粒度가 23%로서 가장 많고 다음이 가장 微細한  $0.3\mu$ 의 粒狀이 18%였다. 이 狀態에 있어서는 捕集 hood가 좋지 않음을 알 수 있으며 hood를 改善하면  $11\mu$  以上の 粒子는 回收할 수 있으나 또 微粒狀 카아본블랙도 많으므로 단순히 捕集 hood의 改善만으로는 카아본블랙의 防除를 完全히 할 수는 없다고 본다.

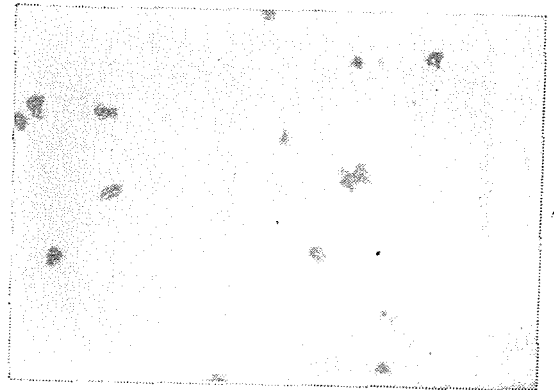
그림 12는 捕集皿에 받은 카아본블랙의 擴大寫眞이다.  $5\mu$  以上은 數가 적으나 重量으로는 全體의 半정도를 차지하였다.



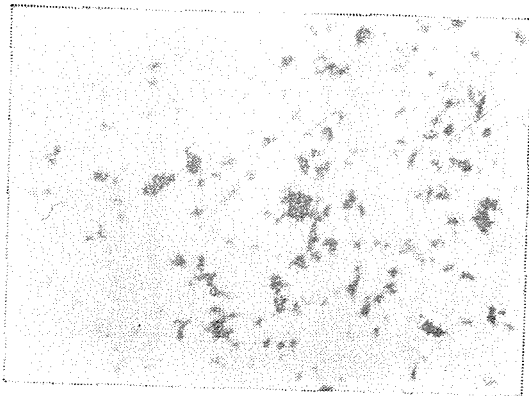
[그림 11] 粒度 分布



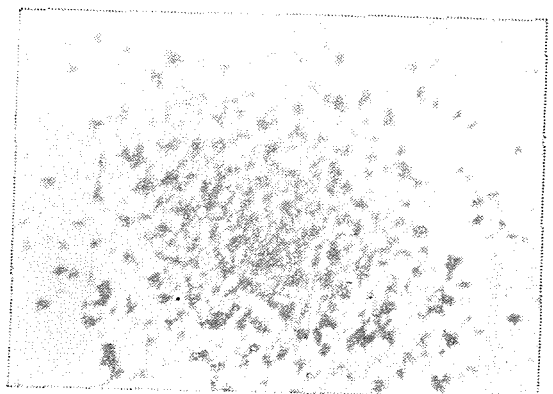
0 段 (粒徑  $11\mu$  以上)



2 段 ( $4.7 \sim 7 \mu$ )

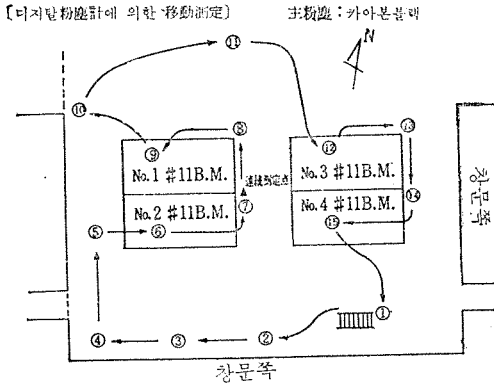


4 段 ( $2.1 \sim 3.3 \mu$ )



6 段 ( $0.65 \sim 1.1 \mu$ )

[그림 12] 捕集皿에 받은 카아본블랙의 擴大寫眞

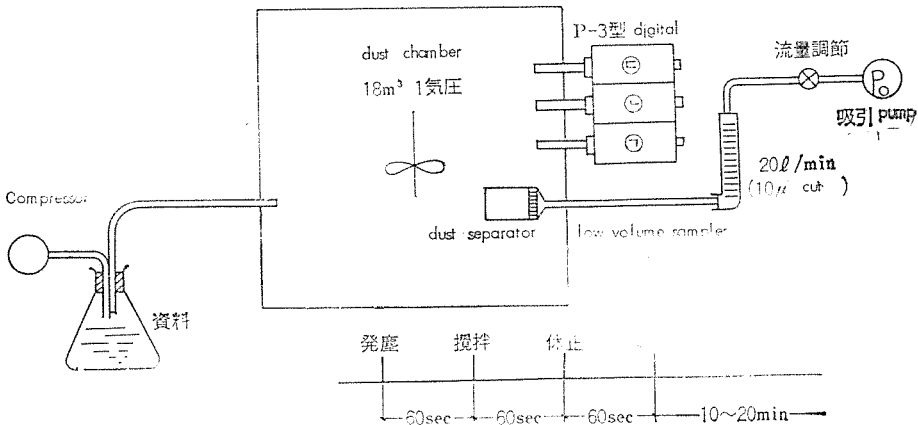


[그림 13] 測定場所略圖

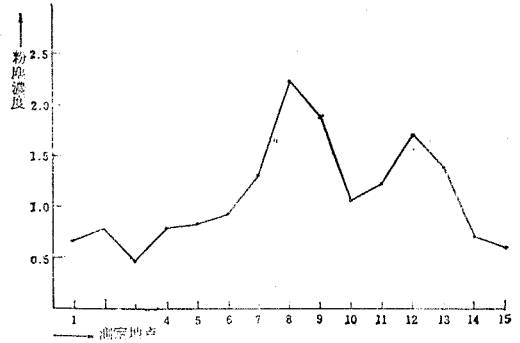
그림 13 및 14는 前記한 바와 같은 職場內의 카아본블랙 粉塵濃度에 대해서 測定點을 移動하여 測定한 것이며 測定位置는 마루 위 1.5m, 對象粒子徑은  $5\mu$  以下로 하였다. 測定點의 1~4 및 東쪽에 窓이 있고 開放되어 있었으므로 그림 14와 같이 室內 中央에서 西쪽이 높은 數值로 되어 있다. 職場粒塵濃度 測定에서는 이외에 午前 午後의 結果에 상당히 差異가 있으며 作業條件에 따라서 變動되는 것이므로 이들 數値는 全貌를 나타내는 것은 아니다. 建物構造에 따라서도 室內의 濃度에 變化가 있다. 窓이 없는 工場은 별도로 하고 普通建物の 窓넓이는 建築法에 定해져 있으며 開放時의 換氣量은 莫大한 量이다. 室內의 粉塵이라 할지라도 外部의 影響을 考慮할 必要가 있다.

### 5.3 digital 粉塵計의 補正係數實驗

카아본블랙에 대한 試驗用 dust chamber 實驗



[그림 15] Dust chamber 粉塵測定



[그림 14] 各測定地點에서의 測定濃度

(디지털 粉塵計에 의함)

試料 A 原料 카아본블랙  
 B Banbury room에서 採取한 것  
 測定器 P-3型 digital  
 low volume air sampler L-20型

測定方法 그림 15와 같은

試料 A,B는 粉末化하여 試料로 하였다.

測定條件 그림 15와 같이 發塵 60秒, 攪拌 60秒, 休止 60秒後, 測定開始

測定結果 表 3과 같이 A,B試料를 3回 測定한 結果 다음 係數를 얻었다.

資料	1	2	3	平均值
A	16.4	20.5	16.5	17.8
B	15.6	12.9	16.3	15.0

그림 17, 18에서 보는 바와 같이 이 實驗에서는 카아본블랙은 粉末化하여 安定한 粒度徑이므로 digital 粉塵計도 山만하지 않고 安定화된 結果를 얻었다. A,B 둘다 2回째에 약간 山만했으

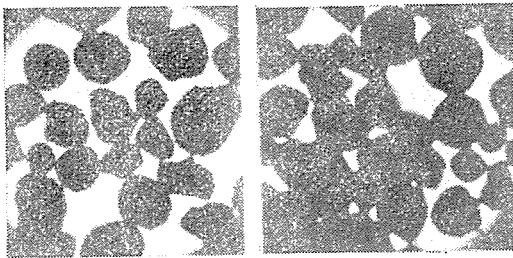
<表 3>

補正係數實驗 데이터

實驗	low volume			digital 量*			補正係數 (平均値)
	吸引量 (l)	捕集量 (mg)	(mg/m <sup>3</sup> )	(ㄱ)	(ㄴ)	(ㄷ)	
A . 1	400	7.14	17.85	104	107	116	16.4
A . 2	200	1.49	7.45	36	35	38	20.5
A . 3	200	2.20	11.0	65	65	70	16.5
B . 1	200	3.62	18.1	119	113	—	15.6
B . 2	200	2.57	12.9	100	101	99	12.9
B . 3	200	4.63	23.2	149	137	141	16.3

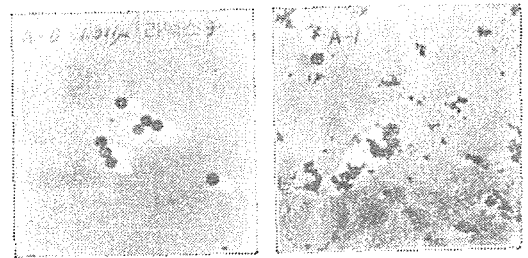
註 \* digital 量은 1分의 다이크롬 벤 平均値

$$\text{補正係數} = \frac{1\text{m}^3 \text{ 中的 重量濃度}}{\text{digital 1分의 平均値}} \times 100$$

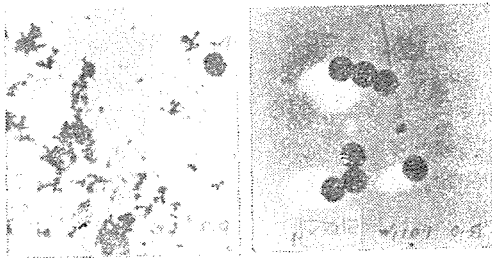


I.S.A.F. (造粒, ×75) , H.A.F. (造粒, ×75)

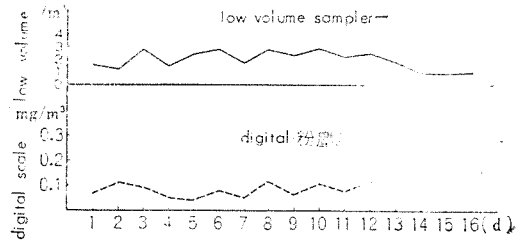
[그림 16]



[그림 17] 試料 A, 카아블블랙 粒子(×1200)



[그림 18] 試料 B, 카아블블랙 粒子(×2800)



[그림 19] 粉塵濃度同時間測定比較

나 平均値 16.4를 補正係數로 하여 採用할 수 있다고 생각된다.

그러나 이 係數는 이 實驗에 關한 것이며 實際의 發塵現場에서는 각각 條件이 다르므로 職場마다 다를 것이며, 測定을 反復하여 그 職場에 相應한 係數를 定할 必要가 있다. 實際의 現場에서는 前記實驗과 같이 low volume sampler와 digital 粉塵計와의 相關性을 얻지 못하는 경우도 있으므로 注意하지 않으면 안 된다. 그림 19

는 그 例를 表示한 것인데, 16日間 連續測定에서 처음 5日間과 마지막 2日間の 데이터에는 相關性이 보이지 않았다. 測定은 사람이 하는 것이므로 測定器만의 잘못이라고는 할 수 없을 것이다. 測定에 있어서는 充分한 注意와 測定技術을 소홀히 할 수 없으며, 또 測定器의 特徵을 잘 알아야 한다.

이 實驗에서 補正係數를 정하는 것은 妥當하지 않으며 다시 測定하여 實態를 把握해야 한다

고 생각한다.

### 6. 結 言

粉塵處理對策으로 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

(1) 粉塵을 내지 않도록 設備·工程을 改善한다.

(2) 粉塵이 나오지 못하도록 材料를 改質한다.

(3) 發生한 粉塵을 效率的으로 捕集한다.

이 중 가장 좋은 手段은 (1)이나 自動化 등 多額의 費用이 要하며 既設된 設備에는 工事に 制限이 있다. (2)에 대해서는 原料메이커의 協力을 얻지 않으면 안 된다. (3)이 從來對策의 主流였으나 今後粉塵對策을 促進하기 위해서는 生

産性, 品質, 環境衛生上으로 檢討하여야 하며, 이를 위해서 關係職場의 理解, 協力을 얻는 것이 포인트이다. 粉塵自體에 關해서는 아직 不明한 點이 많으며 특히 現場의 實態를 明確히 하는 것이 對策의 實效를 올리는 捷徑이라고 생각된다.

### 參 考 文 獻

- 1) 日本ゴム工業會： 公害關係調査研究シリーズ No.8. p.47
- 2) 井伊谷鋼一編著：「集塵裝置」(1971) p.7
- 3) 日本ゴム工業會： 公害關係調査研究シリーズ No.2 p.2
- 4) 井伊谷鋼一編著：「集塵裝置」(1971) p.326  
<1978.2. 日本ゴム協會誌>



### ◇ 原 稿 募 集 ◇

本誌에 掲載할 타이어 工業에 限한 原稿를 다음 要領에 依據 募集하오니 많이 投稿하여 주시기 바랍니다.

#### 內 容

- 1. 經營, 經濟, 貿易, 技術에 關한 論文, 리포트
- 2. 時論
- 3. 提言(建議)
- 4. 紀行文
- 5. 體驗紀

#### 面 數

200字 原稿紙 50面內外

#### 稿 料

採擇掲載分에 對해서는 200字 原稿紙 1枚當 所定の 稿料(翻譯物은 600원, 創作物은 800원)를 드립니다.