

## 가스법에 의한 鹽基性炭酸마그네슘 製造에 관한 研究

### 1. 鹽基性炭酸마그네슘의 乾燥에 關하여

李 文 得 \*

## Preparation of Basic Magnesium Carbonate by Gas Method

### 1. Drying of Basic Magnesium Carbonate

by

Moon Deuk Lee

*Department of Applied Chemistry, College of Engineering,  
Seoul National University.*

#### ABSTRACT

The critical moisture content of basic magnesium carbonate has been determined to be about 150%(D.B) based on the characteristic curve for drying, obtained by both laboratory and pilot plant Tunnel Dryer methods.

Temperature, humidity, flow rate, size and thickness of the feed material, and direction of air flow had large effect on drying in the constant rate period, but had little effect in the falling rate period.

The optimum operation condition for drying with tunnel dryer had also been investigated.

The tunnel dryer designed in this work had the following characteristics: critical moisture content:  $W_c=1.47$ , equilibrium moisture content,  $W_e=0.01$ ; initial moisture content,  $W_1=4.00$ ; moisture content at time,  $W_2=0.16$  ( $t=9$  hrs): inlet air humidity=50% at 20°C; out let air humidity=60% at 70°C; preheated air temp=120°C, overall heat efficiency, over 60%.

#### 序 論

鹽基性炭酸마그네슘(炭麻)은 겉보기 比重이 작고 또 콜로이드性質을 갖고 있음으로 濾過가 極히 困難하며 含水率이 一般의으로 높다. 따라서 乾燥 또한 至難視되고 있다. 이 炭麻乾燥에 關한 詳細한 報文은 尙今 沒있다.

著者는 含水率 400%(D.B)인 試料로 그 乾燥特性圖를 追究하여 그 乾燥에 關한 特性을 明白히 하였다. 卽 恒率乾燥期에 비해 減率乾燥期가 大略 2倍程度 長었고 溫度, 濕度, 風速 및 充填密度, 形態가 乾燥初期에는 영향이 컸으나 減率乾燥 第2期에서는 別效果가 없고 단지 溫度만이 水分擴散係數에 直接 關係가 있다는 것을 알았다. 以上과 같은 事實을 基礎로 하여 中間規模의 tunnel dryer를 製作한 後 이것을 利用하여 再次 中間

規模에서 乾燥曲線을 求하였고 또 實際操作法을 檢討하여 最適條件을 定하였으며 이 結果值로 日產 2톤의 tunnel dryer를 設計 및 製作하여 그 熱效率이 60%以上됨을 確認하였다.

#### 實驗方法 및 試料

##### 實驗室的 裝置

定溫乾燥器를 105°C 및 120°C로 하여 미리 秤量하여 둔 試料를 넣고 水分이 全部 蒸發하여 恒量이 되기까지 一定한 時間마다 꺼내어 室溫까지 冷却한 後 乾燥 試料를 秤量하여 水分量을 算出하였다.

##### Pilot Plant Tunnel Dryer

Fig. 1, 2, 3와 같은 Semi-Continuous한 Tunnel Dryer를 만들어 風向은 Fig. 1과 같으며 炭麻의 溫度 影響을 考慮하여 主溫溫度는 120°C로 하였고 炭麻는 柵上에

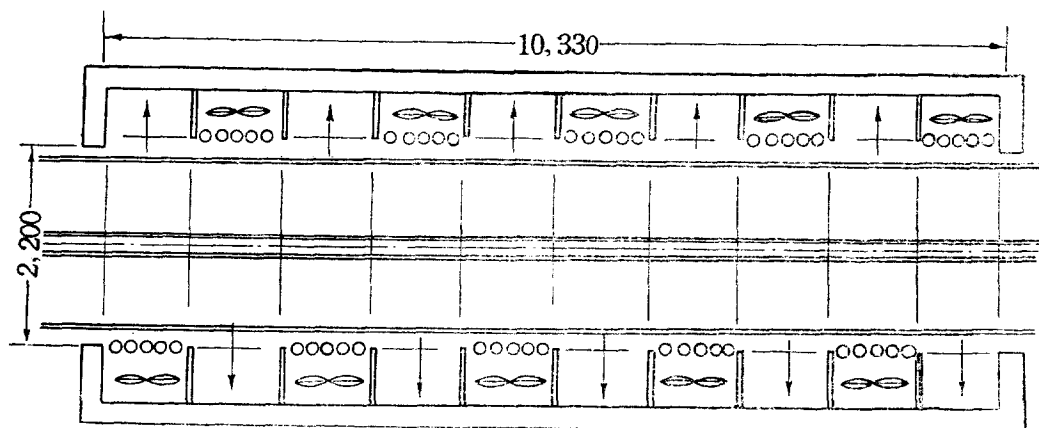


Fig. 1 Plane of Foundation of the Pilot Plant.

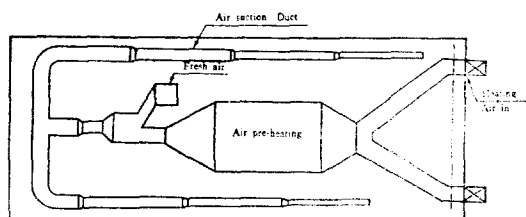


Fig. 2 Duct Lay-out of Dryer.

있으며 Rail에서 出入시킨다.

### 試料

海水와 Dolomite를 原料로 하는 Gas 法에 依해 製造된 水分含有量 400%(D. B)의 鹽基性炭酸마그네슘의 濾過 Cake를 使用하였다.

### 實驗結果 및 檢討

乾燥條件과 乾燥速度와의 關係

#### 1) 乾燥速度에 미치는 空氣溫度的 影響

Fig. 4, 5에서 恒率乾燥 및 減率乾燥 第1段에 있어서의 乾燥速度는 炭廢表面에서의 蒸氣壓  $P_w$ 와 空氣中の 水蒸氣分壓  $P$ 와의 差에 比例한다. 相對濕度를 一定하게 維持하면서 空氣溫度만을 上昇시키면 濕球溫度는

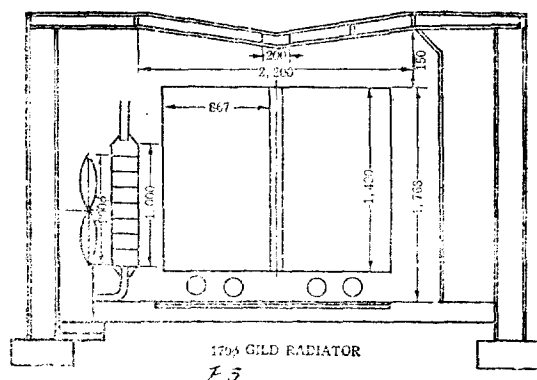


Fig. 3 Front Elevation of Dryer

따라서 上昇하여 乾燥速度는 增加한다. 乾燥速度에 미치는 空氣溫度的 影響은 恒率乾燥期間에 있어 大端히 顯著하나 減率乾燥 第1段에 있어서는 좀 떨어지며 減率乾燥 第2段에 있어서의 乾燥速度는 水分의 內部擴散係數,  $\lambda$ 을 指數函數로 하는 無限級數로 나타낼 수 있으므로 이때는 空氣의 溫度를 上昇시키면 炭廢의 溫度도 上昇되어 含有水分의 粘度를 低下시켜 水分의 內部擴散速度를 促進하여 乾燥速度가 增加된다. 그러나 이 期間의 空氣溫度에 依한 乾燥速度의 變化比率는 前段에 비해 훨씬 적다.

### 炭麻固體材料의 두께와 乾燥速度와의 關係

Fig. 4 및 5에서 炭麻의 두께를 增加하면 乾燥時間은 報加되나 乾燥速度는 이로 因하여 반드시 影響을 받는다고 말할 수 없다. 卽 Fig. 5의 B, E 및 F 曲線을 보면 恒率乾燥 및 減率乾燥 第 1段은 두께의 影響이 많으나 減率乾燥 第 2段에서는 두께(厚) 增加에 따른 乾燥速度의 低下는 顯著하지 않다. 그러나 完全乾燥까지의 時間은 두께에 比例하여 길다.

### 炭麻의 形態와 乾燥速度와의 關係

炭麻表面에서의 水分蒸發은 試料의 表面積의 크기에 比例하며 그 質量에 反比例하는 것이니 表面積에 對한 容積의 비가 큰 것일수록 乾燥速度는 빠르다. 卽 Fig. 5의 A, D 曲線에서 보는바와 같이 一定溫度에서의 乾燥에 있어 粗細破한 것이 卽立方 및 正立方形的 試料보다 速함을 알 수 있다.

### 乾燥速度에 미치는 空氣方向의 影響

炭麻乾燥에 있어서 空氣方向도 空氣速度와 함께 炭

麻 表面에 있어서의 空氣境膜에 關係하고 表面蒸發係數에 影響을 미친다. 따라서 恒率乾燥 및 減率乾燥 第 1段에서는 그 影響이 認知되나 減率乾燥 第 2段에서는 極히 微弱하다. 實驗結果에 依하면 恒率乾燥 및 減率乾燥 第 1段에서는 炭麻表面을 空氣가 並行으로 흐를 때 乾燥速度가 最大이고 바람이 45°角度로 스칠 때의 乾燥速度는 大端히 느리다. 그리고 減率乾燥 第 2段에서는 空氣의 影響이 거의 認知되지 않을 程度이다.

### 乾燥時間에 따르는 水分蒸發量과 Radiator 位置와의 關係

炭麻(400% H<sub>2</sub>O D. B) 10kg/bad × 17 枚/台車 2台分을 每 90 分마다 넣고 360 分마다 秤量한 値를 圖示한 것이 Fig. 6이다. 恒率乾燥 및 減率乾燥 第 1 및 2期가 明確히 나타났으며 Radiator 側의 台車는 24時間後 全部 減率乾燥 第 2期에 接近하였으나 反對側은 겨우 減率乾燥 初期狀態에 있음을 알 수 있다.

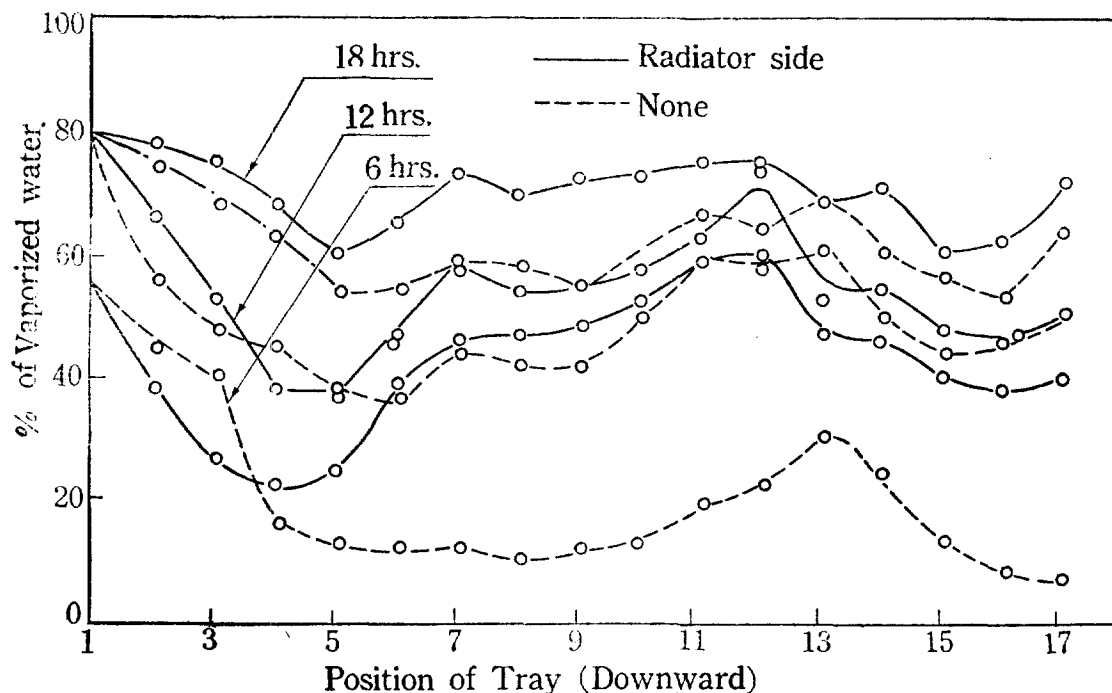


Fig. 6 Vaporized Water vs Tray with Compartment.

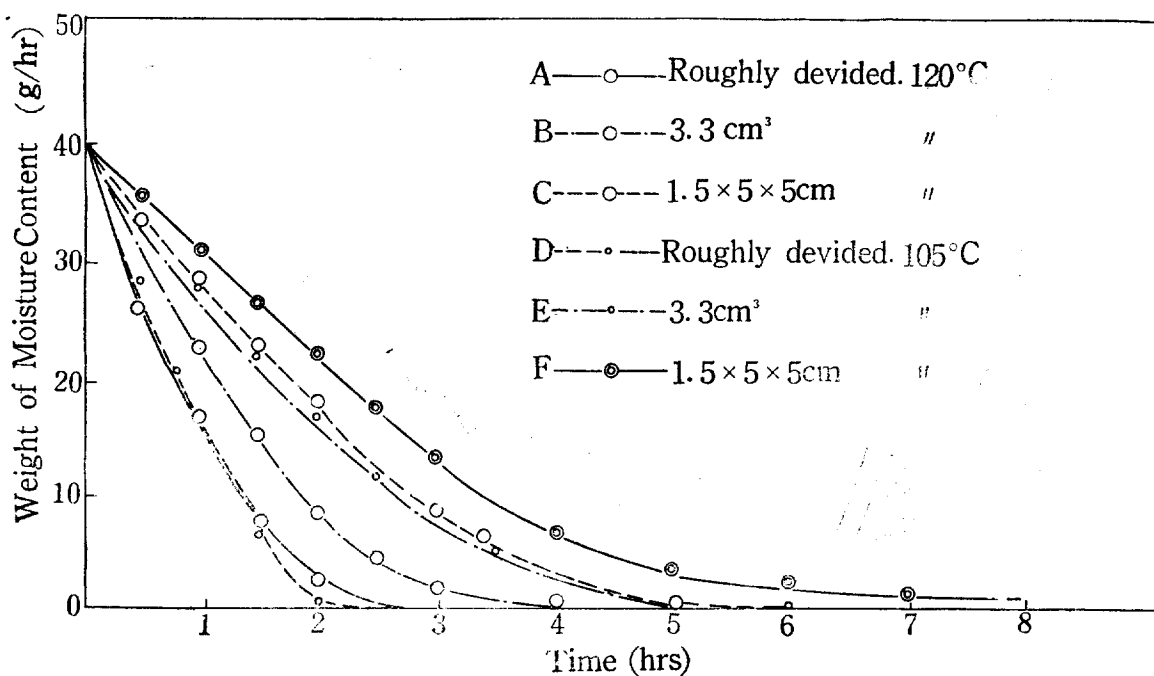


Fig. 4 Moisture Content vs Time.

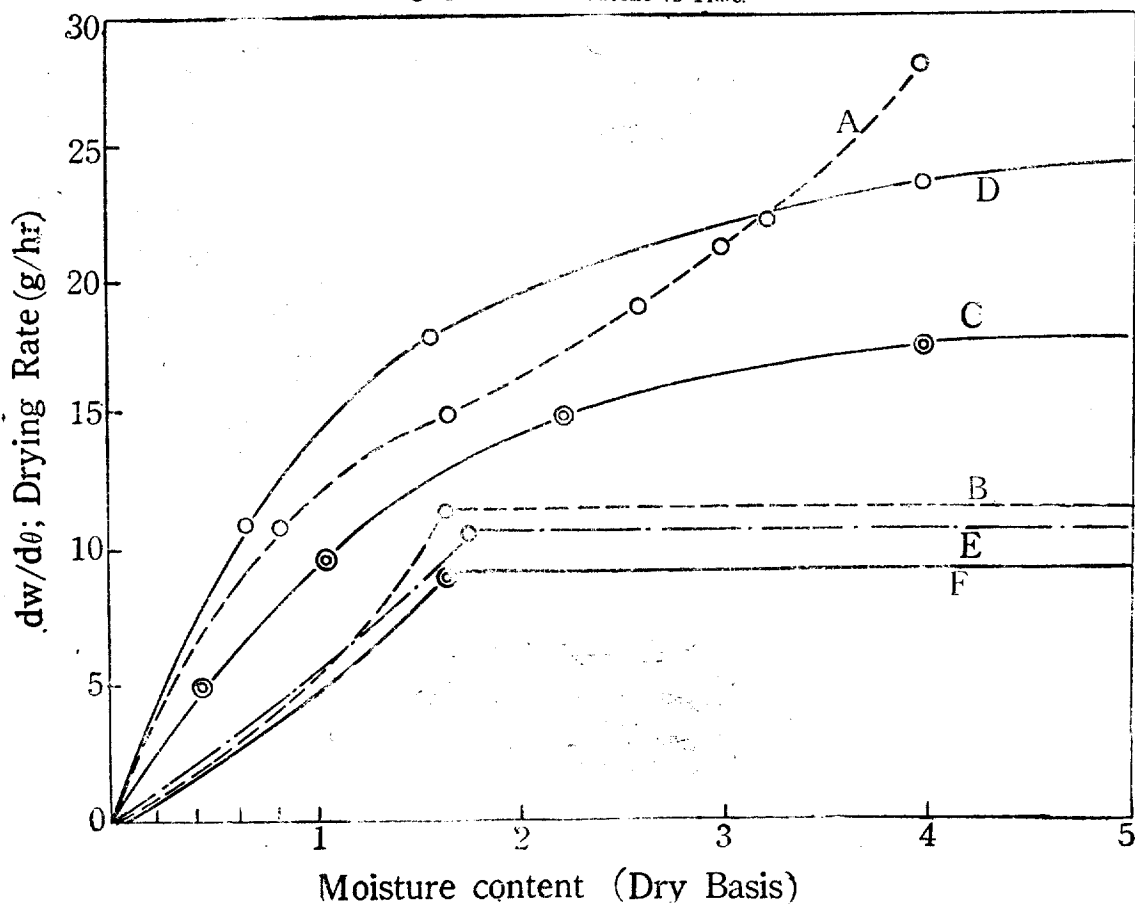


Fig. 5 Drying Rate vs Moisture Content.

# 台車の 固定 및 移動式 供給方法과 試料乾燥板間の 距離와의 影響

Fig. 7에서 보는 바와 같이 移動式 이 固定式보다 乾燥速度가 速함을 알 수 있고 같은 移動方式에 있어서도 單位面積當 10 kg 와 5 kg 試料에 있어 供給量이 많은 것이 完全乾燥까지에 到達하는 時間이 2倍以上 길다.

또 各段數의 間隔에 依한 實驗結果는 Fig. 8에서 關隔이 2倍(20cm)인 것 即 10kg/bad인 것이 恒率乾燥期에 있어서의 乾燥速度는 若干 느리나 減率期 第2期에 가서는 若干 速함을 알 수 있다. 故로 乾燥機操作 및 Bad의 補綴을 考慮한다면 單位面積當의 供給量을 10 kg로 하여 操業함이 有利함을 알 수 있다.

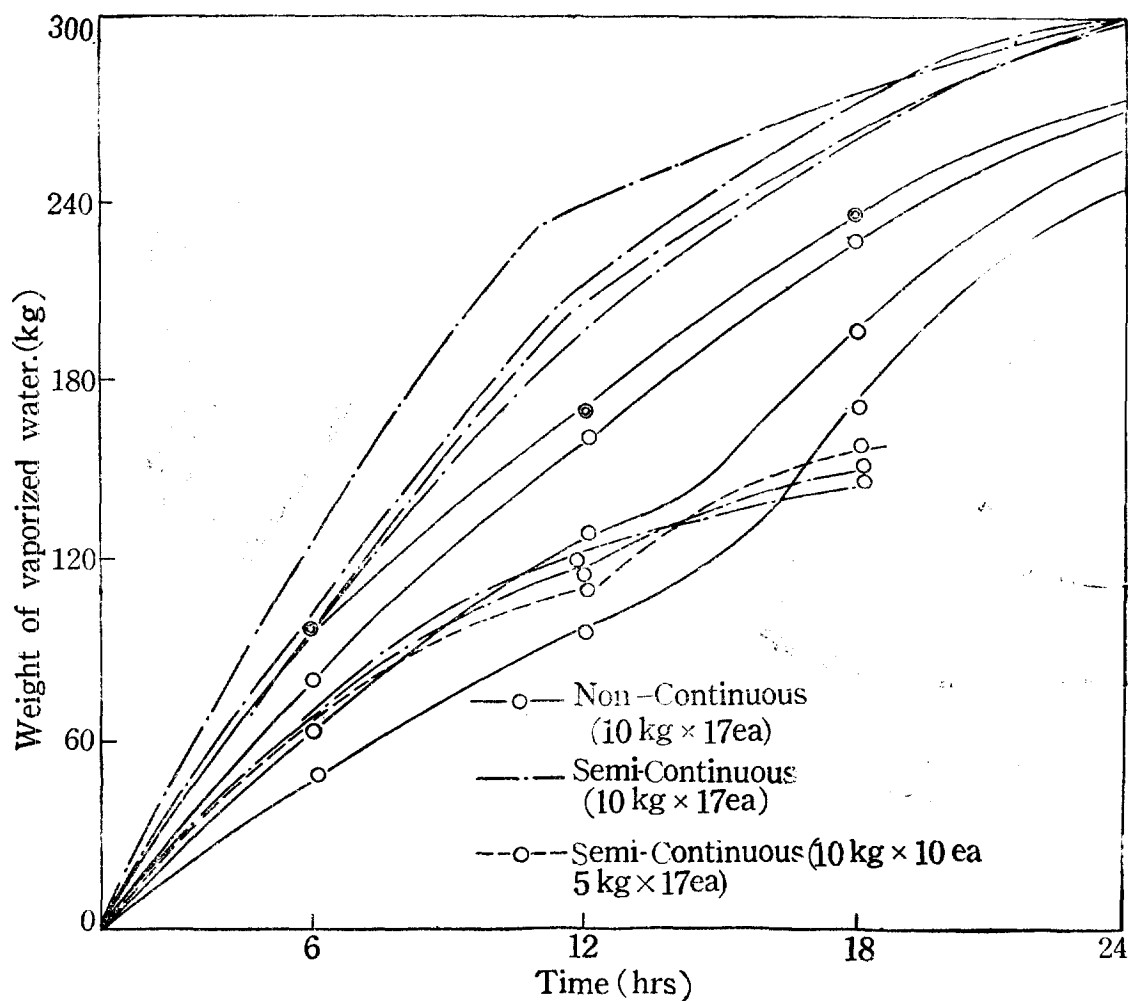


Fig. 7 Weight of Vaporized Water vs Time.

## 遮斷板을 台車兩面에 設置한 것과 없는 것의 乾燥速度에 미치는 影響

本 Pilot Plant Tunnel Dryer의 風向은 左右 交互로 乾燥板上에 並行으로 送風하고 있음으로 相互近接한 境界面에 있어 空氣의 亂流現象이 惹起될 것이 豫測됨으로 遮斷板을 台車에 設置하면 即 Tunnel 中에 小 Tunnel을 形成함으로써 效果가 있으리라고 期待되는데

實際 實驗한 結果를 Fig. 8 및 9에서 보면 恒率乾燥期에 있어서는 잘 一致함을 볼 수 있으나 減率乾燥 第1期부터 第2期로 감에 따라 漸次 그 效果가 漸減되며 더욱이 乾燥棚 間隔이 20cm 일 때는 減率乾燥 第2期에서 別로 效果가 있다고 말할 수 없음을 Fig. 9 및 10에서 볼 수 있다. 이 事實은 減率乾燥 第2期에 있어서는 風速이 別로 影響을 미치지 못함을 證明하고 있다.

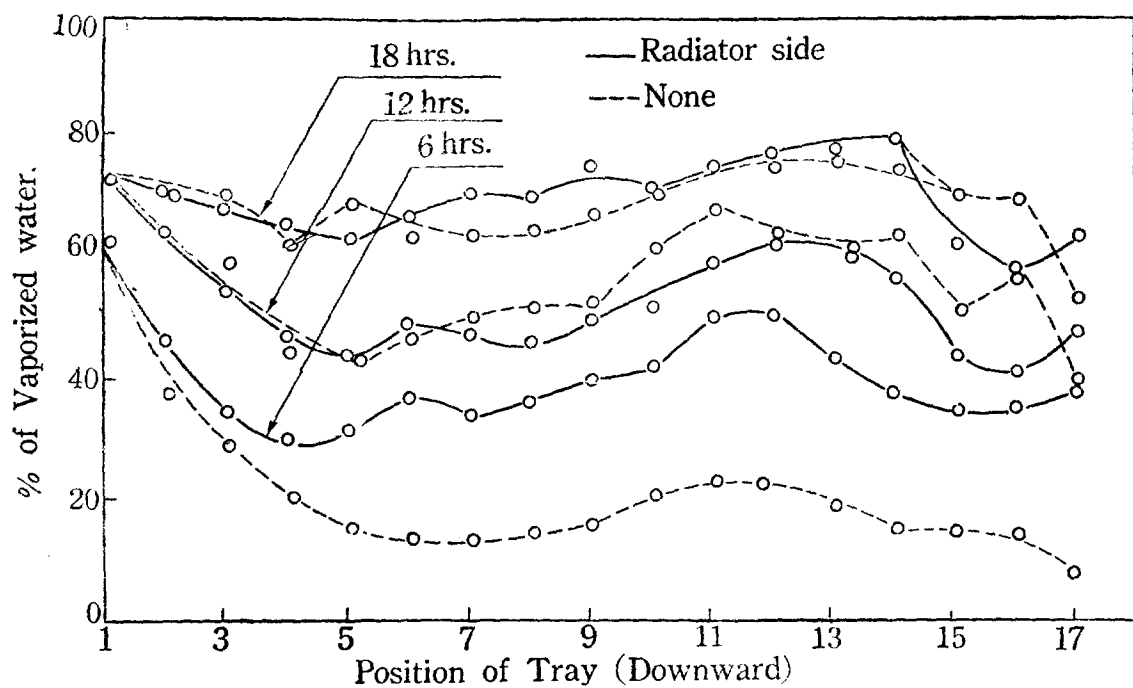


Fig. 8 Vaporized Water vs Tray without Compartment.

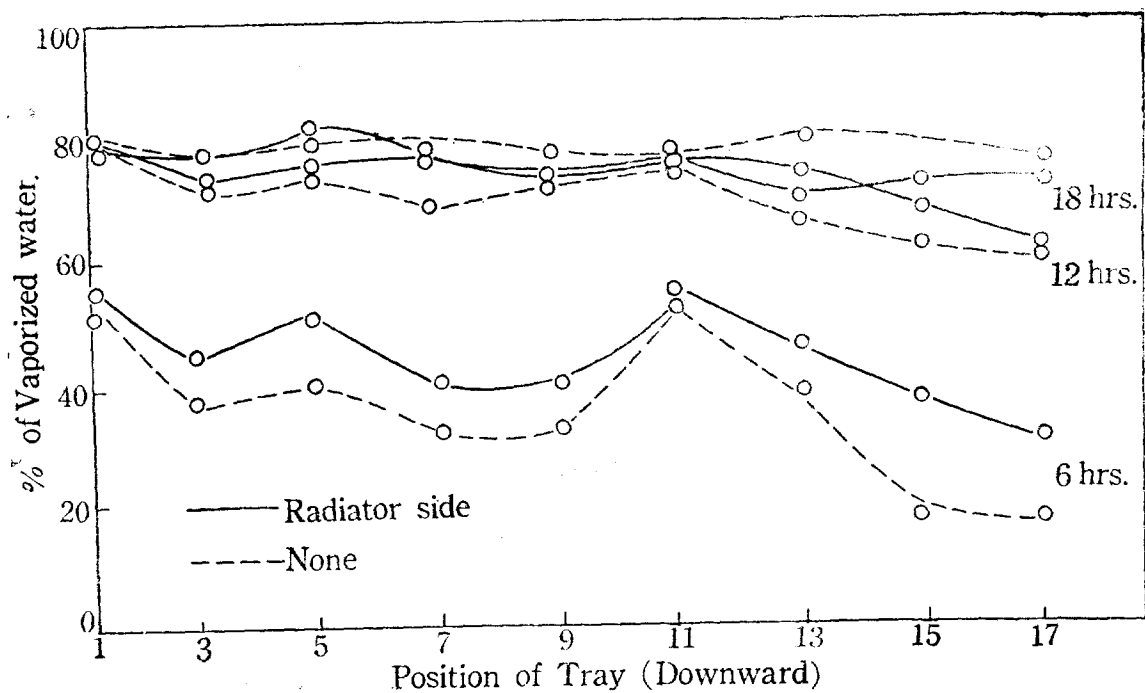


Fig. 9 Vaporized Water vs Tray (10kg/m<sup>2</sup>) with Compartment.

即 減率 第2期에 있어서는 溫度가 水分擴散速度에 영향을 미치고 但 因子는 別로 影響을 받지 않음을 알 수 있다.

供給量과 乾燥棚의 間隔이 乾燥速度에 미치는 影響  
含水率 400% D, B의 炭麻 5kg/m<sup>2</sup> 17枚와 10kg/m<sup>2</sup> 9枚를 每 30分마다 交替로 投入하여 乾燥時間 8.30hrs와

11.30hrs에서 秤量하여 水分含有量을 調査한 結果를 Fig. 10에 나타냈다. 減率乾燥 第1期까지는 單位面積當 供給量이 적은 것의 乾燥速度가 빠르나 第2期에 있어서는 單位面積當 供給量이 크드라도 乾燥棚間 距離가 큰 것이 結果의으로 蒸發速度가 빠르다.

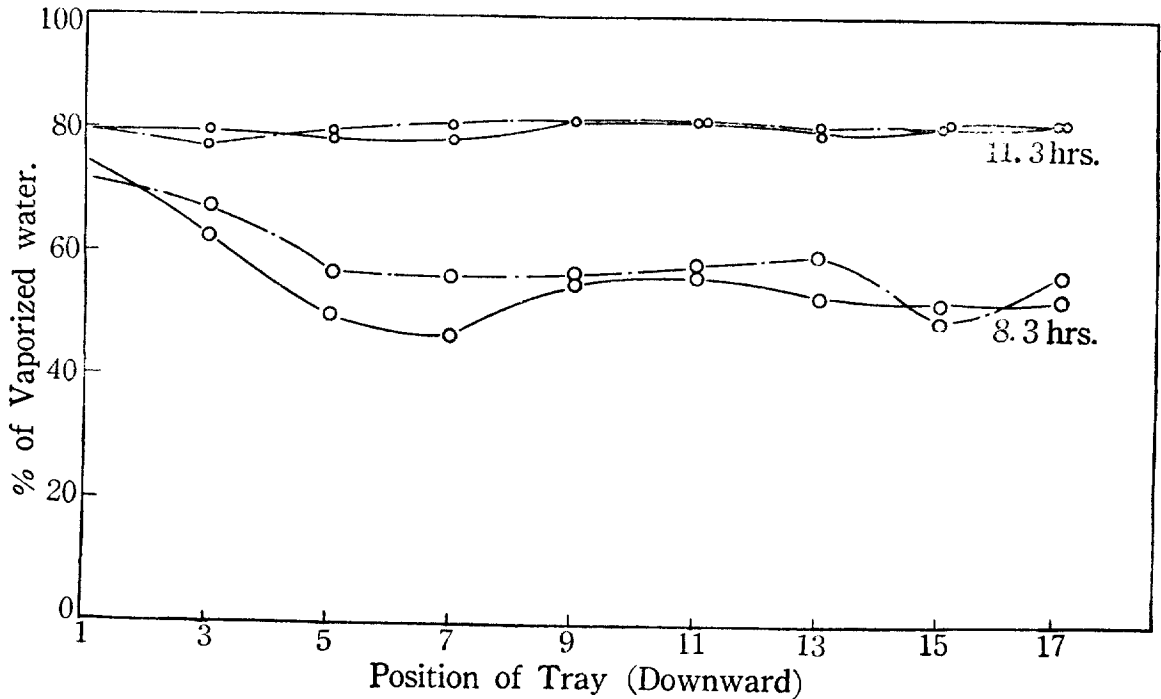


Fig. 10 Vaporized Water vs Tray (10kg/m<sup>2</sup>) without Compartment

Table 1 Moisture Content  
vs. Drying Time.

Moisture Content(D. B) 358% Feed in 2 Tray/70 min  
10kg×11ea×2tray (Average Value)

: Pilot Plant Experiment

Drying Time (hrs.)	Weight of Wet Materials (kg)	Total Decreased Weight (kg)	Moisture Content (D. B.)
1. 10	174. 2	25. 8	2. 96
2. 20	157. 5	42. 5	2. 58
3. 40	133. 4	66. 6	2. 05
5. 00	109. 0	91. 0	1. 47
6. 35	81. 7	118. 3	0. 83
7. 25	71. 3	128. 7	0. 62
8. 30	61. 5	138. 5	0. 40
9. 15	51. 1	148. 9	0. 16

#### Pilot Plant에 의한 乾燥曲線의 追究

含水率 3.58%(D, B)인 炭麻를 10kg/ea×11枚×2台分을 每 70分마다 投入하여 乾燥機를 連續的으로 操作하다가 作業을 一段 中止하고 全體를 끄집어 내어 時間에 따르는 各 部分의 減量을 測定한 値는 Table 1과 같으며 이것으로 乾燥速度曲線을 求한 結果는 Fig. 11 및 12이다. 上記實驗에서 限界水分 1.47(D. B) 平衡水分 0.01(D. B), 9時間後의 含水率 0.16(D. B) 20°C인 投入空氣의 濕度 50% 排氣溫度 70°C에서 空氣의 濕度 60% 豫熱된 空氣의 溫度를 120°C로 하였다. 위의 데에타를 기초로 하여 물질수지 및 熱收支를 計算하여 排氣의 一部를 回收하여 豫熱室에 送風할 수 있도록 炭麻(400% D. B)를 原料로 한 日產 2 tons / 24 hrs의 Tunnel Doyer의 設計를 完成 製作한 結果 熱效率이 60% 以上됨을 Drain box에 凝縮된 水量으로 確認하였다.

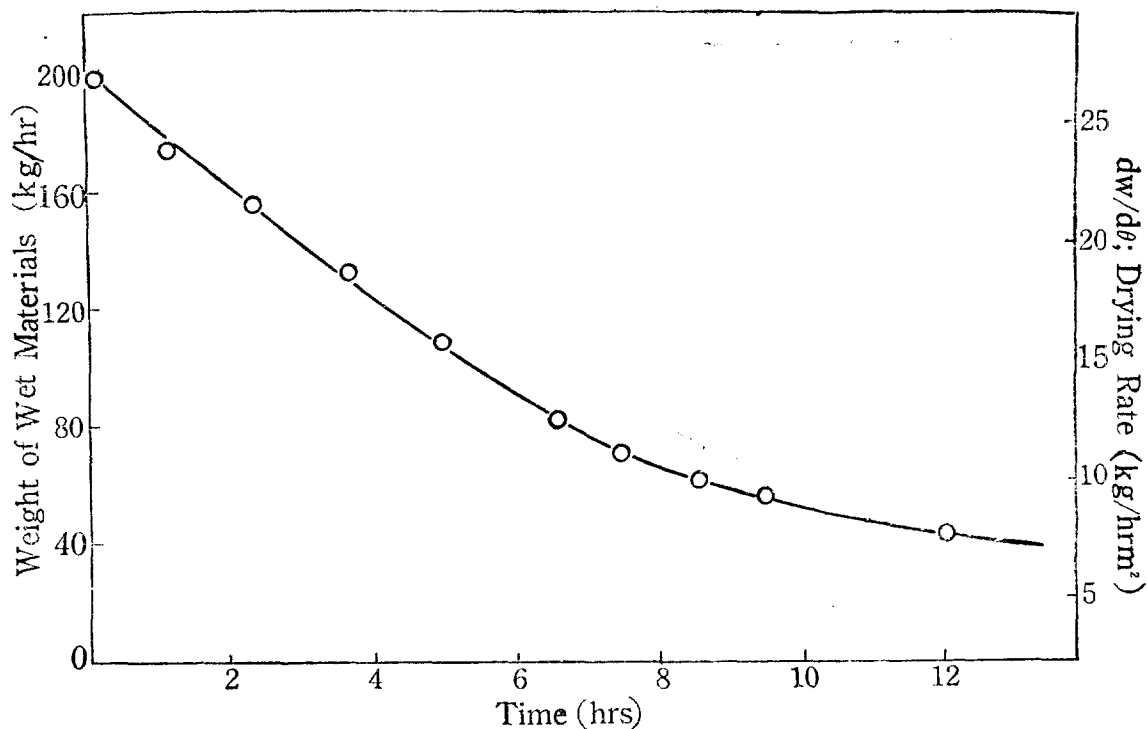


Fig. 11 Moisture Content vs Time & Drying Rate vs Time at Pilot Plant

#### 附 記

本 研究進行에 있어 많은 協力を 하여주신 陸軍技術 研究所 韓在憲氏와 本 大學 應用化學科 高興氣氏에게 謝意를 表하는 바입니다.

#### 引 用 文 獻

1. 化學工學便覽 p. 557 (1958)
2. W. C. Lapple et. al. ; Chem, Eng 62 177(1955)
3. Perry; Chem, Engr's Handbook, 3rd ed; p. 826 (1950)

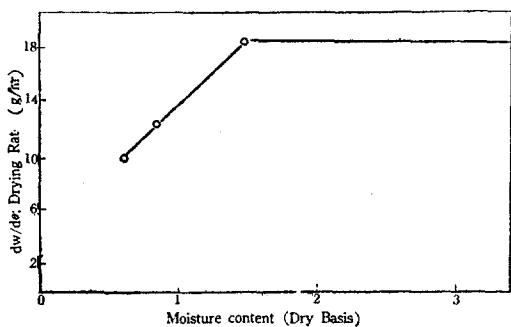


Fig. 12 Drying Rate vs Moisture Content(at Pilot Plant)