

テンパリング乾燥機の自動制御に関する研究

森 邦 男・松 山 正 彦

Studies on Automatic Control Unit of Tempering Dryer

by

K. MORI and M. MATSUYAMA

緒 論

今日穀を乾燥するにはテンパリング乾燥機が使用されているが、その時の穀の下流特性が過乾燥や乾燥むらの原因となる。乾燥機の実物大の模型を製作し、下流状態及び乾燥機内部の穀温を測定し、改良のための資料とした。特に排出装置の改良型を試作し従来の回転羽根式に比し、良好な結果を得たので報告する。

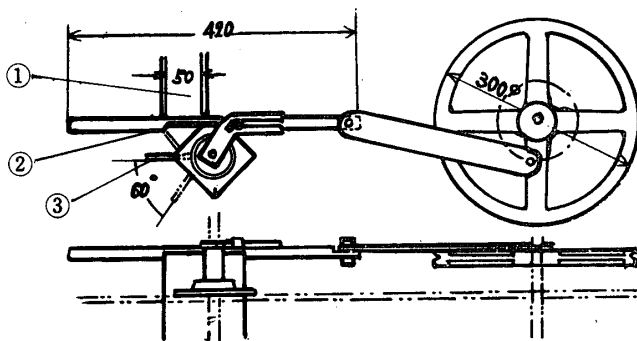
方 法

実験は、恒温(60°C)、恒湿(8%)の熱風を石当り0.30m³/secの風量で連続運転した。乾燥時間10分、テンパリング時間2.5時間とした。水銀温度計29本で乾燥機内各部の穀温、サーミスタ温度計および電気的露点湿度計で排出部の穀の温湿度、乾湿球湿度計で排気湿度を測定した。また着色穀を10cm間隔に水平に並べ、その下流状態を観察した。穀は農林29号を自脱コンバインで刈取ったものを風選し、初期含水率16.9%のものを供試材料とした。

A. 乾燥機

試作した乾燥機の模型は前面が透明プラスチックで、全長280cm、巾60cm、奥行20cm。乾燥部の高さは70cm、穀層の厚さ10cm、テンパリングタンク容積200×600×1125とした。穀排出装置は200V、2.2A、3000~150 r. p. mの可変速ASモーターを使用し、ウォームギア(1:20)およびベルト伝導二段変速(1:25)で減速した。直径3cmの軸に、長さ4.5cmの羽根を60度間隔に6枚つけた従来の回転羽根式と、第1図のごとき滑り子クランク機構により排出板を60度回転させる改良型の二種を製作し、取りかえられる様にした。揚穀装置は100V、550Wの送風機を用い排出と同時にテンパリングタンクに吹き上げた。なおテンパリングタンクは実験中ガラスウールで覆い、熱の放散を防いだ。

① 排出路 ② 水平板 ③ 排出板



第1図 水平開閉板式排出装置

機構により排出板を60度回転させる改良型の二種を製作し、取りかえられる様にした。揚穀装置は100V、550Wの送風機を用い排出と同時にテンパリングタンクに吹き上げた。なおテンパリングタンクは実験中ガラスウールで覆い、熱の放散を防いだ。

B. 熱風制御装置

(1) 防湿装置 100V、600Wの冷房装置で冷蔵室(930×1750×900)の除湿に務め加熱室に導入した。

(2) 加熱装置 加熱室(730×1710×830)には200V、800Wの固定ヒータと200V、1.2kwの補助固定ヒータ、および100V、1.2kwのコントロールヒータを設置しコントロールヒータ

には熱電対使用の連続比例制御式自動温度調節器（精度 $\pm 0.06^{\circ}\text{C}$ ）を接続し、熱風温度を制御した。

(3) 加湿装置 水槽に100V、500Wのヒータを入れ、ON—OFF温度制御装置（精度 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ ）を2個接続し、一方は乾湿球温度計、他方は湿球温度計によって動作させ、加熱室内の温度を調節し、熱風の湿度を制御した。

(4) 攪拌装置 100V、2Aの扇風機により、加熱室内の空気を攪拌し、均一化を図った。

(5) 風量制御装置 管径41.2 ϕ 、口径の30.2 ϕ のオリフイスとゲッチングマンノメータ（精度 $\pm 0.05\text{mm}^2/\text{A}$ ）を用い、差圧を一定に保つように、400Wの送風機の電圧をオートトランスで制御した。

実験結果

A. 下流状態

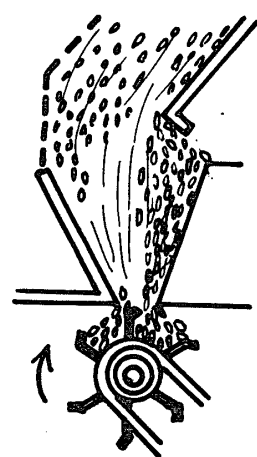
(1) 回転羽根式排出装置の場合は、第2図のごとく回転羽根が僅かに回転した位置で排出口の左側の粒のみが急速に落下し、下流状態がはなはだしく不均等になり乾燥むらの原因となった。

(2) 第3図のごとく水平開閉板式では排出口の30cm上方に水平に並べた着色粒が排出口に至るまで水平状態を保ち、下流状態が改善されることを示す。なお乾燥室とテンパリング室におかれた着色粒も回転羽根式に比して左右均等に移動することを示す。ただし側壁の摩擦抵抗による影響は残る。

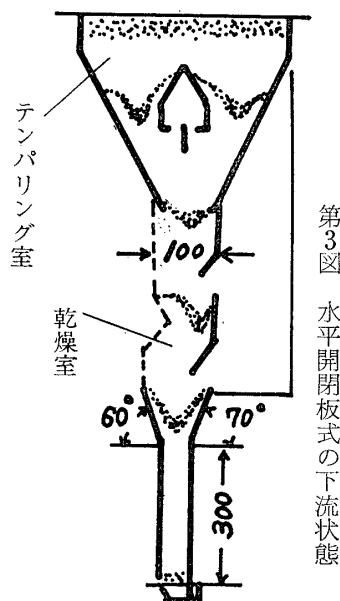
(3) 第4図に示す排出口の θ の角としきり板の速度との関係を第5図に示した。これによると $\theta = 35$ 度の時はしきり板の速度にかかわらず常に粒が平行下流をする。これは $\theta = 90$ 度の状態における粒の流れの不均一による乾燥むらを防ぐ事ができる。

B. 乾燥機内各部の粒温

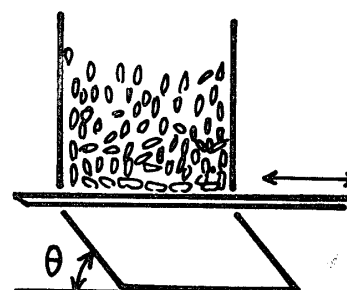
第6図に示すごとく乾燥室では、送風側と排風側にかかなりの温度差があった。テンパリング温度は一循環する約2.5時間以後に平均 32°C で平衡した。4.5時間後の各部の温度分布を第7図に示す。



第2図
回転羽根式下流状態

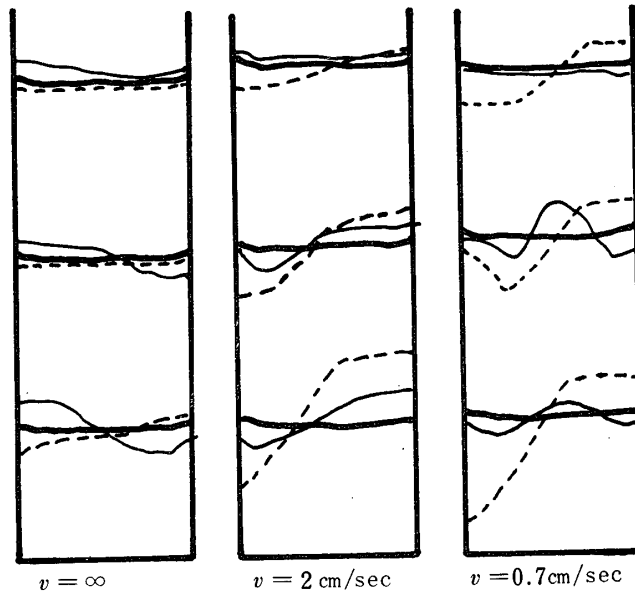


第3図
水平開閉板式の下流状態

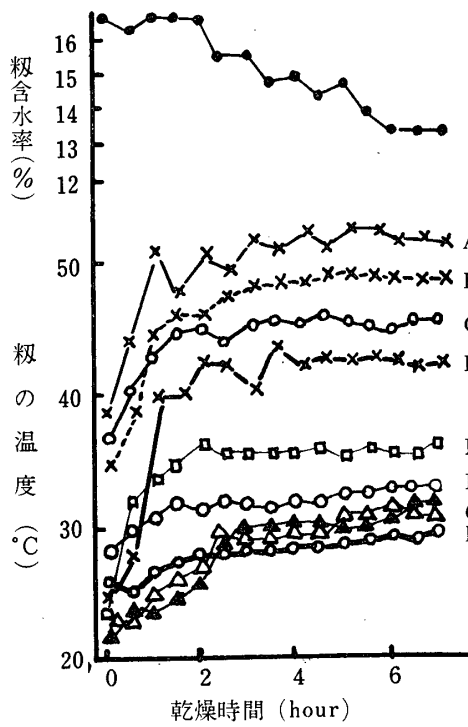


第4図
水平板式排出口

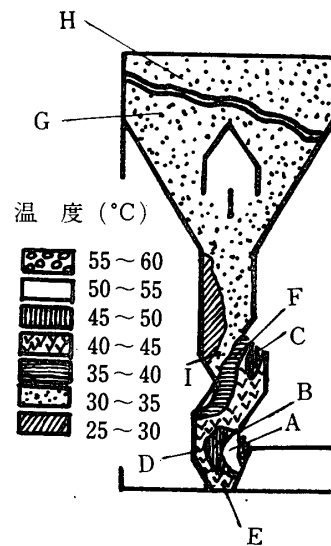
——— $\theta = 20$ 度 しきり板の早さを v とする
 ——— $\theta = 35$ 度
 - - - $\theta = 50$ 度



第5図 排出口における粃の下流曲線



第6図 乾燥機内の各部の粃温
 A~Iは主要温度測定点を示す
 (第7図参照)



第7図 温度分布図

考 察

乾燥室の熱風の下段入口附近の穀がやや停滞したが、この部分の側壁の傾斜を70度より垂直に近づけた方が良い。第1表は同時に排出された穀を電気抵抗含水率計で5回測定した含水率

第1表 乾燥時間と含水率の変化

| 乾燥時間 時 分 | 最大含水率 (%) | 最小含水率 (%) | 差 (%) |
|-------------|--------------|--------------|----------|
| 2.12 | 15.5 | 15.1 | 0.4 |
| 2.42 | 14.8 | 14.6 | 0.2 |
| 3.12 | 14.8 | 14.2 | 0.6 |
| 3.12 | 14.5 | 14.1 | 0.4 |
| 4.12 | 14.1 | 13.9 | 0.2 |
| 4.42 | 14.0 | 13.1 | 0.9 |
| 5.12 | 13.5 | 12.7 | 0.8 |

値の最大最小であるが、これは今回実験した水平板式により改善されたが、計器の誤差があるとはいえ、なおかなりの乾燥むらがあるのを否定できない。全乾燥法でも乾燥時間7時間5分で、最大含水率値13.54%で最小含水率値12.67%で0.87%の差があった。また、乾燥終期に熱風を止め一度に排出する方法はかなりの乾燥むらが残る、所定含水率に達した乾燥穀のみを選別排出する自動制御法の開発が今後必要とされる。排出口の穀の流動状態は水平開閉板式で回転羽根式による不均一を防ぐことがで

きるので今後利用されると思う。

総 括

テンパリング乾燥機を試作し、穀の下流特性と乾燥機内部の各穀温を測定した。

- (1) 水平板式排出装置は従来の回転羽根式より良好な下流状態を得た。
- (2) その時の排出口の受け皿の角は35度が良い。
- (3) 送風口附近に穀が停滞するので、側壁を70度より垂直に近づける必要がある。
- (4) 熱風60℃の時、乾燥室内の穀温に約30℃の温度差があった。

参 考 文 献

- (1) 川村登他2名：(1965) 穀の推積乾燥と乾燥むらについて、農機学会関西支部報22号