

並行流／通気式

箱型乾燥機

Tray Dryer

 設計／製造 株式会社長門電機工作所

NAGATO DENKIMFG CO., LTD.

# What, s 箱乾

## はじめに

**箱型乾燥機 棚式**は乾燥機の中でも、古くから最もポピュラーに使用されている装置でありますが、**シンプル**な構造とコストのみを優先として採用されるケースが多く、乾燥機としての**性能 機能**に着目されるユーザーの方は決して多くありません。

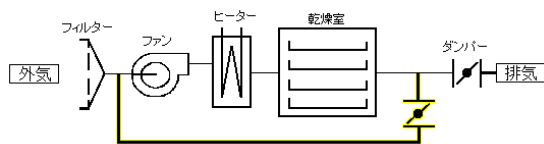
これからの設備としては、性能・機能は当然のことながら、**環境負荷や安全性**も考慮に入れた総合的なデザインポリシーが要求されることでしょう。

「昔からの方法」の是非を問い、**改善**を積み重ねる**努力**を怠らないことが**技術の進歩**につながる行為だと考えます。

そのために、まず箱型乾燥機の基本機能を理解することから始めましょう。

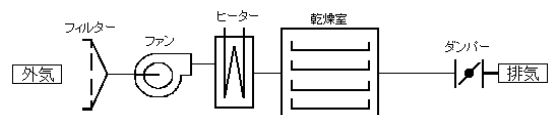
## 熱風循環式とワンパス排気

### 熱風循環式



乾燥室通過後に一部排気して、残りの空気を循環して再加熱する方法で、乾燥速度の低い（脱水ケーキ、スラリーなど）被乾燥物に適します。多くの箱乾はこの方式を採用しています。

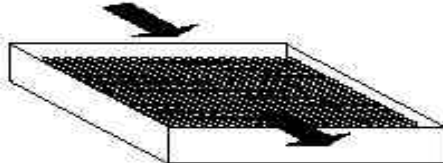
### ワンパス排気



乾燥後の空気は全量排気するため、乾燥速度の高い（粒状）ものや可燃性有機溶剤を含む被乾燥物に適します。有機溶剤を含む場合は安全性の観点よりこの方式を推奨します。

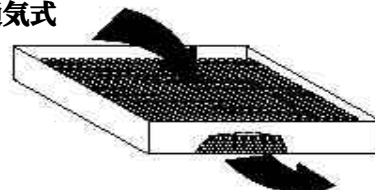
## 並行流式と通気式

### 並行流式



トレイは受皿形状で、トレイ上のみを乾燥空気が通過するため、被乾燥物の表面より水分の蒸発が進行します。この方式も多くの箱乾に採用されています。

### 通気式



トレイの底はスクリーン状で、乾燥空気はトレイ上から被乾燥物の間隙、スクリーンを通過するので、乾燥速度が圧倒的に高く粒状物の乾燥機に最適な構造です。

## 箱型乾燥機の選定理由

|              |                          |
|--------------|--------------------------|
| 工程の設計規準によるもの | 乾燥容量、乾燥時間、乾燥温度、乾燥湿度、到達水分 |
| 原料の物性によるもの   | 腐食性、吸湿性、製品形状の崩壊性、爆発の危険性  |
| 工程の管理規準によるもの | 洗浄性、取扱性、コンタミ、クリーン度       |
| その他理由によるもの   | 設置場所面積、設備コスト             |

**長門電機**では、さまざまな条件を考慮して最適な形式の機種を選定し、必要な機器を組み込んだ形で**オーダーメイド**設計、製作致します。

# Standard Spec

**長門電機**の乾燥機シリーズはアルファベットの**A型 通気式でファンユニットが上部垂直軸**から始まり、**B型 通気／大型**、**C型 通気／小型**、**D型 並行／大型**、**E型 並行／小型**、**F型 (のみ流動層乾燥機)**の基本構成となっています。

加熱源として、**電気ヒータと蒸気ヒータの選択**が可能であり、熱風循環時において**常用 80℃／最高 100℃**の設計として、全ての機種に**ヒータの過昇温を防止**する機構を標準で設け安全に配慮しています。

**オプションは多数あり**、一般的には**台車式 (W型)**を選択することでパッチ入れ替え時の**作業効率を向上**

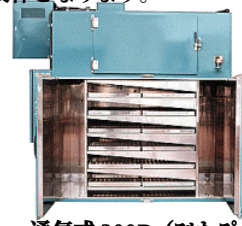
出来ます。標準の装置材質は**内部ステンレス製で水洗が可能**、外板はS S塗装ですが、ご要望の材質・仕上にて製作致します。また、可燃性有機溶剤を取り扱う場合は**防爆仕様**の設計・製作となります。



並行流式 200DW (台車式)



通気式 200A (防爆仕様)



通気式 300B (フオートン)

## 並行流式標準仕様

| 型 式   | トレイ段×列 =枚数     | トレイ寸法 mm    | モータ kw | ヒータ kw | 蒸気 kg | 箱寸法 幅×奥×高 mm    |
|-------|----------------|-------------|--------|--------|-------|-----------------|
| 50E   | 5 段×1列 = 5枚    | 700×500×35H | 0.75   | 5      | 8     | 910× 800× 950H  |
| 100E  | 10 段×1 列 =10 枚 | 700×500×35H | 0.75   | 8      | 15    | 910× 800×1300H  |
| 200E  | 10 段×2 列 =20 枚 | 700×500×35H | 0.75   | 10     | 26    | 1530× 800×1300H |
| 300E  | 10 段×2 列 =20 枚 | 900×580×35H | 1.5    | 14     | 33    | 1710×1000×1300H |
| 400D  | 13 段×2 列 =26 枚 | 900×580×35H | 1.5    | 16     | 46    | 1630×1000×1460H |
| 500D  | 16 段×2 列 =32 枚 | 900×580×35H | 1.5    | 20     | 66    | 1630×1000×1670H |
| 600D  | 13 段×3 列 =39 枚 | 900×580×35H | 2.2    | 24     | 81    | 2330×1000×1550H |
| 800D  | 17 段×3 列 =51 枚 | 900×580×35H | 2.2    | 26     | 91    | 2370×1000×1830H |
| 1000D | 22 段×3 列 =66 枚 | 900×580×35H | 3.7    | 32     | 101   | 2370×1000×2270H |

## 通気式標準仕様

| 型 式  | トレイ段×列×行 = 枚数     | トレイ寸法 mm     | モータ kw | ヒータ kw | 蒸気 kg | 箱寸法 幅×奥×高 mm    |
|------|-------------------|--------------|--------|--------|-------|-----------------|
| 30C  | 4 段×1列 =4 枚       | 450×450×45H  | 0.4    | 5      | 8     | 910× 800× 950H  |
| 50C  | 5 段×1 列 =5 枚      | 450×600×45H  | 0.75   | 8      | 13    | 910× 800×1300H  |
| 100C | 7 段×1 列 =7 枚      | 500×700×45H  | 1.5    | 10     | 25    | 1530× 800×1300H |
| 200A | 5 段×2 列×2 行 =20 枚 | 600×450×45H  | 3.7    | 14     | 35    | 1710×1000×1300H |
| 300A | 6 段×2 列×2 行 =24 枚 | 700×450×45H  | 3.7    | 20     | 65    | 1630×1000×1460H |
| 400A | 8 段×2 列×2 行 =32 枚 | 750×450×45H  | 5.5    | 26     | 90    | 1630×1000×1670H |
| 500A | 8 段×3 列×2 行 =32 枚 | 600×450×45H  | 7.5    | 34     | 100   | 2330×1000×1550H |
| 600A | 10 段×3 列 =30 枚    | 1000×450×45H | 7.5    | 40     | 125   | 2370×1000×1830H |

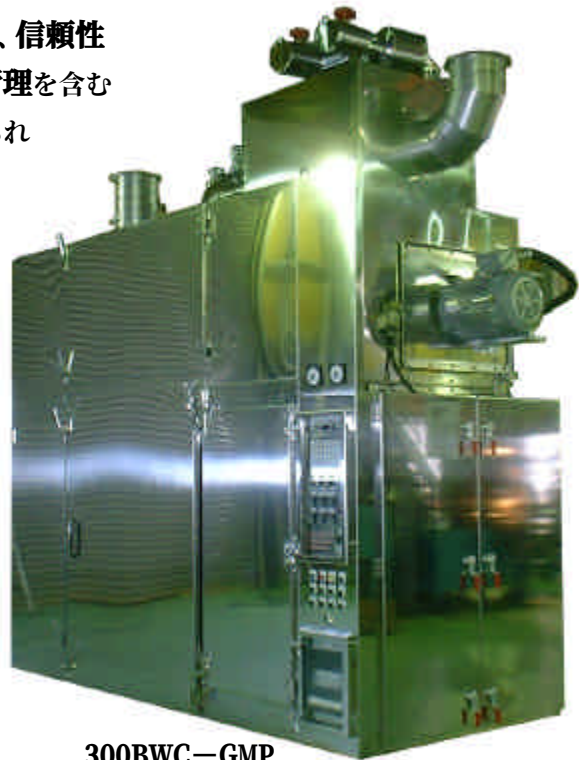
## Pharma Designed

### 医薬品専用設計

製薬生産設備では、**サニタリー性、クリーン性、信頼性**などの装置設計力と**計測機器の校正と記録管理**を含む**バリデーション対応力**も装置メーカーに求められています。**長門電機**では、常にユーザーの要求水準に答えるべく**専用設計**を考慮してきた結果、只の箱型乾燥機もここまで進化しました。今後も、ユーザーと一緒に箱乾の設計技術の向上を追及して行く企業方針です。



200BWC-GMP



300BWC-GMP

### 台車からの除塵対策

一般的な台車式は車輪ごと乾燥室内に侵入するため、車輪の付着物が製品に混入する危惧があります。

その対策にはいくつかの方法がありますが、代表的な例として**トレイ台車と構内移動用台車の二段式**にする方法と当社オリジナルの**通気式ダクト台車**を紹介します。



100HWS 並行流二段式台車



300BWC 通気式ダクト台車

ダクト状の台車を左右からシリンダでクランプ・シールする構造になり、通風部に車輪が存在しません。

また、ダクト台車の左右にHEPAフィルターを配し、空気からの除塵対策も完全です。

### トレイ仕様

一般的な通気式のトレイの底は**スクリーンメッシュ**張りですが、GMP仕様では、**パンチング打抜き**を使用し、**飛散防止布**で原料覆う方法を採用しています。飛散防止布は通気性の高い**テロン繊維織布**を縫製しています。また、耐腐食、耐磨耗対策として並行流式の受皿状に**テフロンコーティング**を施すこともあります。



## Designed Policy

### 安定した運転管理=品質管理

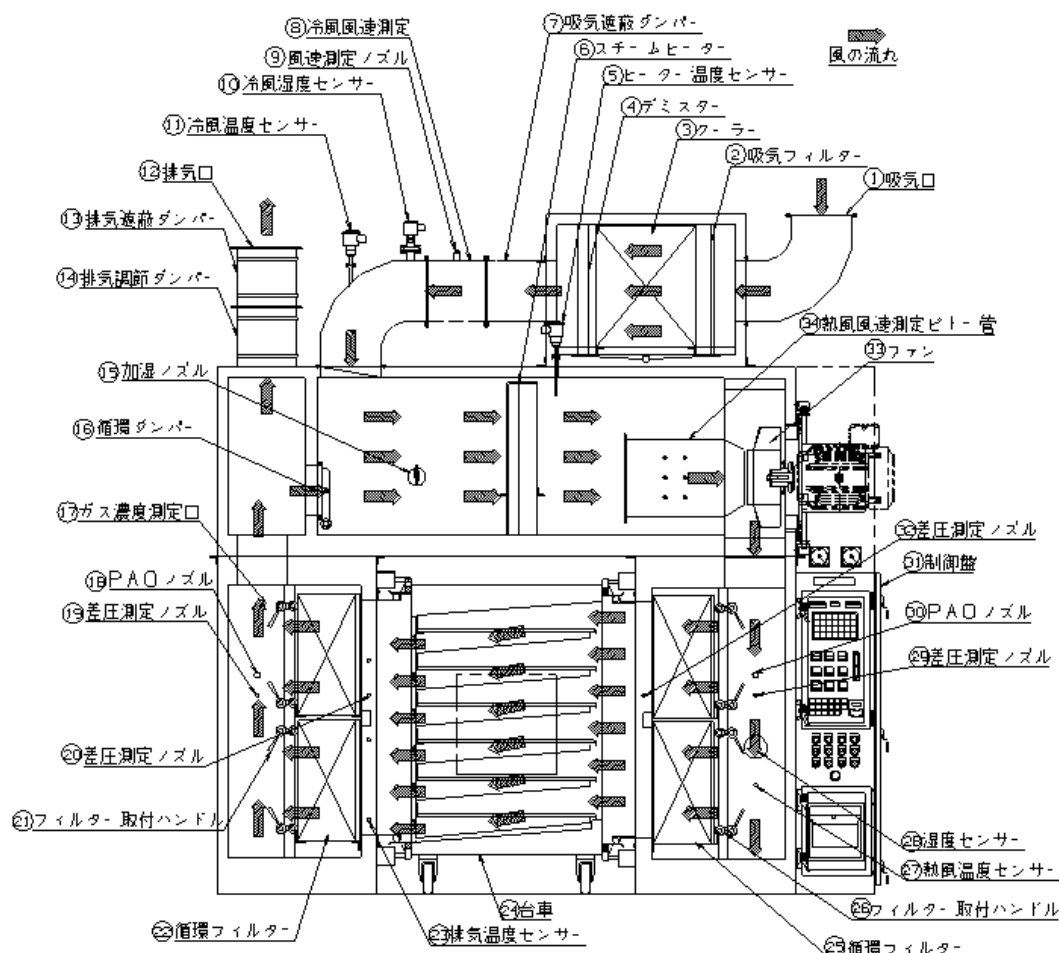
- 除湿クーラーと加湿ノズル（純水吹込み）による給気湿度コントロール
- ピトー管方式による熱風循環風速の測定（風量）とインバータでの風速制御
- 温度、湿度、風速（風量）の記録計による証明と各計器類の校正管理

### クリーンプロセスの追求

- 台車の上下流側にHEPAフィルターを設けてクロスコンタミを防止
- 停止時の外気逆流による被乾燥物の汚染と吸湿を防止する吸排気遮蔽ダンパー
- 各所に点検口を設けて目視による確認が出来ないデッドゾーンを排除

### 可燃性溶剤への安全性向上

- ガス濃度計による可燃溶剤濃度管理とダンパー自動切替での急速換気冷却
- 各種防爆対応機器の採用とアースラグ接地により点火源因子を遮断
- 爆発放散扉（開放圧力 20kPa）とダクトを設けて爆発時のエネルギーを誘導



参考型式 300BWC-GMP

Designed by 株式会社長門電機工作所



## Ex EEx Designed

### 防爆対応のすすめ

古くから使用されている箱型乾燥機（恒温槽など含む）では、**電気ヒータ**を加熱源としているものも多く稼動しているようです。**可燃性有機溶剤**を含む被乾燥物を取り扱っているながら、その危険性に関して無配慮なユーザーが多く存在しており、「今まで事故が無かったから」は、たまたま爆発に至る条件が重なら無かっただけであり、常に可能性が潜んでいる事を認識し、出来る限りの対策を講じるべきだと考えます。

### 爆発の条件と対策

**発火物と点火源と酸素**の三つの条件が揃った時に起こります。

**発火物 有機溶剤**には、それぞれに**爆発するガス濃度領域**があり、その領域以下や以上では爆発に至りません。

点火源には、電気計装機器からの火花と**ヒータ表面温度の異常加熱**が考えられ、一般的には、防爆対応の電気計装機器と**蒸気ヒータ**の採用が施されますが、**長門電機**では、**ヒータの異常昇温を監視し、自動的に遮断（過昇温防止）**する機構を設けています。

また、乾燥空気を循環させずに**ワンパス排気**にすれば、爆発性ガスとヒータが接触しないので安全です。

**静電気の除去**（アースラグ接地）も重要な対策のひとつです。最も、効果的なのは酸素を無くすことであり、**窒素**を供給して酸素濃度を低下させる事が望ましいのですが、コスト面で困難なために一般的ではありません。

### 防爆対応の並行流式箱型乾燥機



100HWS



ガス濃度、酸素濃度検



ガス濃度、酸素濃度警報器



爆発放散扉（乾燥機背面）

万が一の爆発時の爆風を安全な方向に導くため、乾燥機の筐体を頑丈にし、その内圧を放散扉より開放します。**放散ダクト**設けて、屋外に逃がすことが望ましいです。

# Others Drying Products

## 流動層乾燥機

実験および少量試作目的用に1～20L／バッチの小型標準機種と

生産設備用に100～600L／バッチの大型機種があります。

小型はシンプルな構造でローコスト化を狙いとしており、

大型は医薬、食品などの要求水準に適合した仕様にて製作致します。

| 型 式 | 風量 50/60hz  | 温度 °C  | モータ kw | ヒータ kw |
|-----|-------------|--------|--------|--------|
| 1F  | 0.9/1.3m3/分 | 80～100 | 0.4    | 1.2    |
| 2F  | 1.7/2.2m3/分 | 80～100 | 0.7    | 3      |
| 10F | 4.6m3/分     | 80～100 | 1.5    | 8      |
| 20F | 6.9m3/分     | 80～100 | 2.2    | 16     |

テスト機は1F (1L／バッチ)が有ります



2F 標準タイプ

200F-GMP

## バンド乾燥機

通気式箱型乾燥機を連続化、全てがバッチテスト結果に基づく専用設計に

よるもので、熱源は間接加熱（蒸気や電気）、直接加熱（重油、灯油、LPG）

の選択となります。内部の材質をステンレス製で、全面に点検扉を配して、

掃除のしやすい構造としており、食品や化学薬品に適します。



## エアーハンドリングユニット

長門電機の空調器（AHU）は主に医薬、食品向け

箱型乾燥機、流動層乾燥機やユティリティ機のへの

供給空気を除湿、調湿、加熱、清浄化するものです。

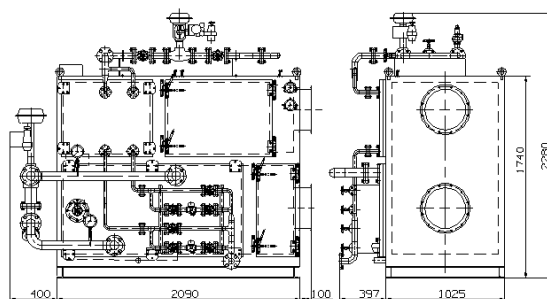
内部の材質はステンレス製の全溶接構造として

おり、耐圧を考慮した設計としています。

当社独自の二段式構造につき、処理風量に対して

コンパクトで、設置スペースが最少で済みます。

各所に点検扉を配し、メンテナンスが容易です。



参考 処理風量 75m3/分（除湿、加熱、中性能、HEPA 収納）



AHU-225-PCHMF

## 器具乾燥機

主に医薬品製造機器の部品を洗浄した後の乾燥に用います。

電気ヒータ 80℃ 5kw、プロペラファン 0.4kwのユティリティを配し

シンプルな構造で分解、洗浄性が高く、各部の確認が容易、

箱のサイズや棚段の枚数はご要望に応じた専用設計が可能です。



DB-4

# What, s 長門

## ご挨拶 裏舞台から表舞台へ

1959年に大阪府大東市にて各種乾燥機および熱処理装置の設計 製造メーカーとして創業。  
長年にわたり箱型乾燥機に関しては、特定の販売先を通じて主に医薬品、食品、化学品関連に  
多数納入していましたので、**長門電機**の社名は知られていないのですが、もしかしたら、  
貴社でご使用中の箱乾も当社の設計・製作によるものかもしれません。

この間のユーザーからの要求水準と信頼に答えるべく鋭意努力を積み重ね、**箱乾の設計、製作  
技術**におきましては**先端メーカー**であると自負しております。

既設の箱型乾燥機に不満点や疑問をお持ちのユーザーは、まずご相談下さい。

また、**当社ホームページ** <http://www.nagato.co.jp/> ではより多数の写真や技術情報を  
掲載しておりますので、是非ともアクセス下さいませ。

## テスト設備

常にユーザーニーズに最適な装置設計を目指す  
ことを目的とし、テスト機を常設、ご要望により  
有償にてテスト（レンタルも可）を実施致します。



並行流通気式兼用テスト機

## 営業品目

- 乾燥機 箱型乾燥機、流動層乾燥機、バンド乾燥機、連続シート乾燥機、空調器、他
- 工業炉 バッチ式ロータリーキルン、るつぼ炉（特許申請）、直火式ドラムドライヤー
- 自動化 自動車用バックミラー製造ライン（ガラス曲げ炉、洗浄装置、コンベアなど）  
連続式ガラスミラー曲げ炉においてはオンリーワンの技術を保有
- その他 他の装置メーカーには出来無い事や物

## 会社概要

所在地 大阪府大東市新田西町 1-38

連絡先 TEL 072-872-1350

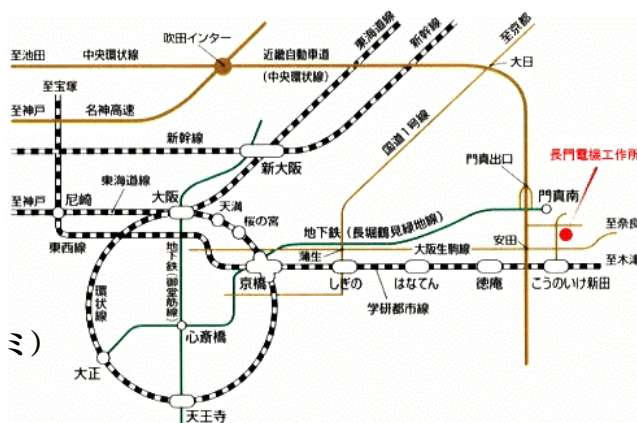
FAX 072-871-8040

資本金 10,000,000 円

従業員 10 名

代表者 館本博史（タテモト ヒロフミ）

E-mail [info@nagato.co.jp](mailto:info@nagato.co.jp)



 設計／製造 株式会社長門電機工作所

**NAGATO DENK IMFG CO., LTD.**