

地球温暖化対策としての乾燥技術

Drying Technology as a Measure against Global Warming

石岡 一雄

ホソカワミクロン株式会社 粉体システム事業本部 東京技術部 課長

Kazuo ISHIOKA

Section Manager, Tokyo Engineering Group, Powder Processing System Division, Hosokawa Micron Corporation, JAPAN

抄 録

地球温暖化対策の必要性が世界的に認知され、CO₂の削減等、日本でも様々な取り組みが行われている。特に工場から排出されるCO₂は多く、地球温暖化に対する影響力が大きい。そこで工場設備の乾燥工程で「省エネ」「CO₂削減」ができ、地球温暖化対策となる乾燥技術として弊社の乾燥機であるドライマスタ[®]（以下DMR）過熱蒸気閉回路システムを紹介する。このシステムは乾燥で使用された後の比較的温度の高い状態で大気に放出され捨てられていた熱風を再利用するところに特徴がある。

ABSTRACT

The necessity of global warming countermeasures is recognized worldwide, and various efforts are being made in Japan, such as reducing CO₂ emissions. In particular, factories emit a large amount of CO₂, which has a large impact on global warming. Therefore, we would like to introduce our DRYMEISTER[®] (hereinafter referred to as DMR) superheated steam closed circuit system as a drying technology that can save energy and reduce CO₂ in the drying process of factory equipment and is a countermeasure against global warming. This system is characterized by the reuse of hot air that has been discharged into the atmosphere at a relatively high temperature after being used for drying.

1 はじめに

ここ数年、異常気象が「あたりまえ」になっている。2022年6月29日群馬県伊勢崎市では40°Cを記録した。私達が便利な暮らしをしている影響で地球環境を壊し災害の原因になっているのであれば今、私達ができる対策をする必要が出てきていると感じる。特に企業の生産設備では大量のエネルギーを消費しCO₂を排出している。そのため地球環境に対するその影響力は大きい。そこで生産設備の乾燥工程に注目して地球温暖化対策の技術として有効

な弊社のドライマスタ[®]（図1に示す）（以下DMR）過熱蒸気閉回路システムを紹介する^[1-3]。DMR過熱蒸気閉回路システムは今まで捨てられていた比較的 temperature の高い熱風を再利用することで省エネやCO₂削減が出来るところに特徴がある。

2 フロー図

2.1 DMR 開回路システム（標準フロー）^[1]

DMR 開回路システム標準フロー（図2参照）は熱風発生炉で加熱された空気が高温の熱風になり

DMR（乾燥・粉碎・分級を同時に行う弊社乾燥機）に入る。供給機で供給された原料と熱風が高速で回転する分散ロータにより強制的に攪拌され、その渦流の中で効率的に熱交換が行われ原料中の水分が熱風により蒸発し乾燥が行われる（図3参照）。その後、製品は空気輸送され集塵機まで搬送されて捕集される。一方、熱風は集塵機を通過しブロワから大気へ放出される。この熱風の温度は100℃前後になる事が多い。



図1 DMR 機内分級部
Fig. 1 DMR in-machine classifier.

2.2 DMR 過熱蒸気閉回路システム（図4）

DMR 過熱蒸気閉回路システムフローは上記 DMR 開回路システムでブロワより大気へ捨てられていた熱風を熱風発生炉に戻す事が大きな違いになっている。熱風を再利用する事により熱風発生炉で加熱する熱量を少なくする事が出来、「省エネ」「CO₂削減」「ランニングコスト削減」出来る事が特徴になっている。簡単にはブロワの排気口と熱風発生炉の入り

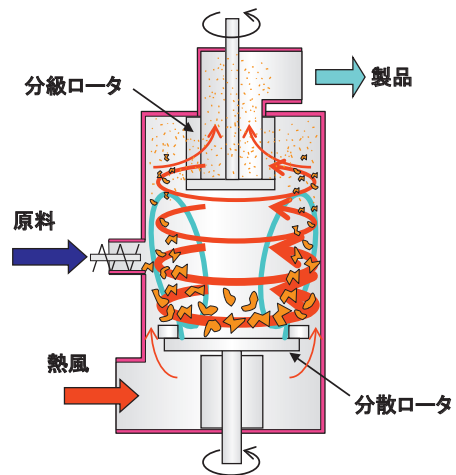


図3 DMR 構造^[1]
Fig. 3 Schematic structure of DMR^[1].

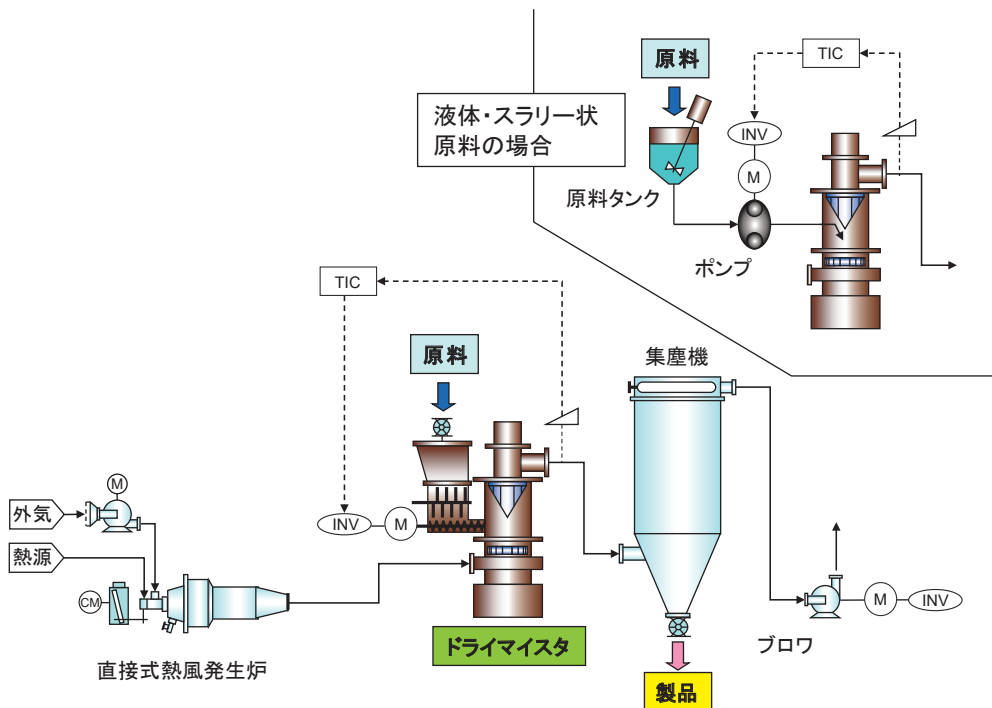


図2 DMR 開回路システム（標準フロー）^[1]
Fig. 2 DMR open circuit system (standard flow)^[1].

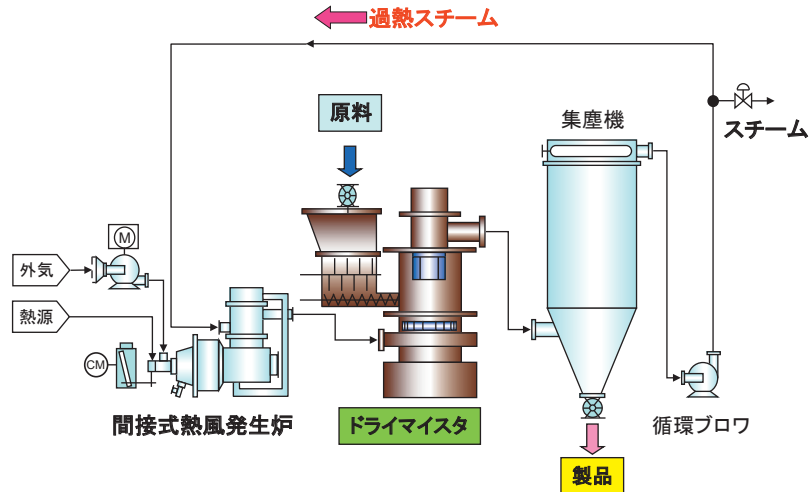


図4 DMR 閉回路システム^[1]
Fig. 4 DMR closed circuit system^[1].

口を繋ぐだけではあるが、循環する過熱スチームが高露点になるため結露しやすく循環ガスの露点コントロールや系内結露対策が必要になってくる。

3 省エネ率簡易計算式

実際には系内を循環する湿り空気の比熱やその露点をコントロールするための空気量を考慮する必要があるが、概略計画時に大まかな判断をするための省エネ率の簡易計算式を考えた。この数値をもとに閉回路にする有効性をおおまかに判断する事が出来る。開回路と閉回路システムに入って来る空気の流れと温度測定位置をそれぞれ図5, 6に示した。

1) 乾燥必要熱量比

$$\text{閉回路/開回路} = (Q1' \times (T2' - T1')) / (Q1 \times (T2 - T1))$$

2) 簡易省エネ率計算式

$$\text{省エネ率} = (1 - (Q1' \times (T2' - T1')) / (Q1 \times (T2 - T1))) \times 100$$

3) 省エネ率計算例

風量 Q1 : 25 m³/min

風量 Q1' : 25 m³/min

ヒータ出口温度 T2 : 220°C

ヒータ出口温度 T2' : 220°C

ヒータ入口温度 T1 : 0°C

ヒータ入口温度 T1' : 110°C

簡易省エネ率計算式に上記数値を代入し計算すると省エネ率は50%となる。これは標準の開回路に

比べ閉回路はエネルギーを50%削減すると同時にCO₂を50%削減出来る事を意味し有効であると判断する事が出来る。上記は省エネ率が高い実績計算事例であったが、およそ省エネ率は20~30%になる事が多い。

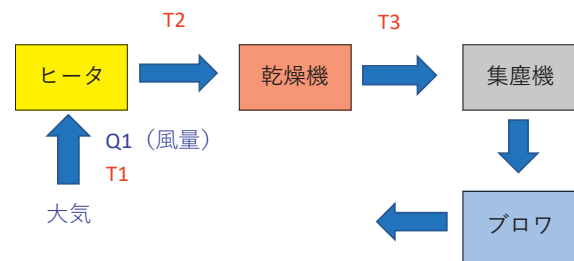


図5 開回路システムブロックフロー
Fig. 5 Open circuit system block flow.

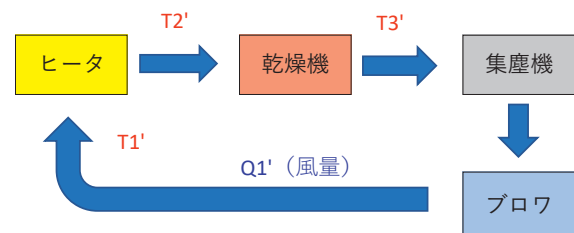


図6 閉回路システムブロックフロー
Fig. 6 Closed circuit system block flow.

4 DMR 過熱蒸気閉回路システム露点コントロール方法

過熱蒸気閉回路システムで重要な操作に水と空気の流入・流出を考慮した露点コントロールがある。あらかじめ計画した露点で運転する事により省エネ運転が可能になる。閉サイクルシステム系内の露点は、その系内に入って来る空気と水の割合により決まるため、系内に入って来る水分量（主に蒸発させる原料中の水分）に対し系内に入って来る空気量を調整すれば露点をコントロールできる。考え方のポイントは下記2点である。

- ①系内に入って来た空気の量と系内で蒸発した水の量との割合で循環ガス組成は平衡する。
 - ②系内に入って来る水分量（蒸発水分量）と系内に入って来た空気量から系内ガス露点を計算出来る。
- 系内のガス割合は、例えると流れるプールにお醤油とみりんと水を1:1:1で入れ続けると最終的に流れるプールの水はお醤油とみりんと水の割合が1:1:1の「おつゆ」になるということである。過熱蒸気閉回路システムに入って来る空気と水の流入・流出を図7に示した。系内に入って来る空気が数か所あるのでその前後では露点は異なるので注意が必要であるが、最終的には図7のガスBは入って来た水が蒸発した水分と空気の割合のガス組成で排出される。

5 終わりに

世界的に取り組まれているSDGsの17の目標の中でも地球温暖化対策は根幹の目標と言える。気候変動に関する政府間パネル（IPPC）の第5次評価報告書（2013～2014年）によると世界平均気温は1880

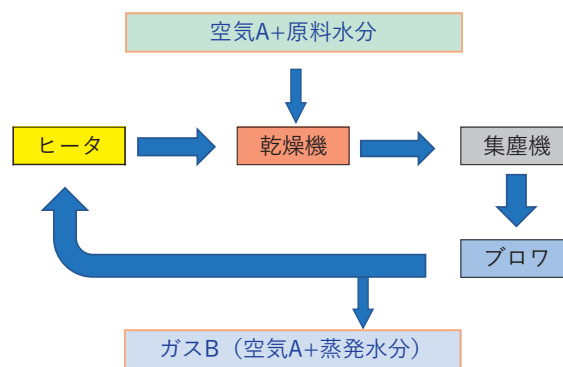


図7 閉回路システムの水と空気の流入・流出
Fig. 7 Input and output of water and air in closed circuit system.

年から2012年の間に0.85°C上昇している。地球から多くの恩恵を受けて生活している私たちは気候変動による影響を受けやすく、脆い。地球温暖化対策は私たちの暮らしの基盤である地球環境を守るために重要な事である。特に様々な品物を生産している工場から排出されるCO₂は多く、地球温暖化に対する影響力が大きい。今回、紹介したDMR 過熱蒸気閉回路システムは、生産工場の乾燥工程で地球温暖化対策として有効な「省エネ」「CO₂削減」ができる乾燥技術として弊社で提案する事が可能である。

References

- [1] ホソカワミクロン（株）編集：ホソカワ製品ハンドブック，“ドライマイスタ[®]”，pp. 163-166（2003）.
- [2] ホソカワミクロン（株）発行，“ドライマイスタ DMR の食品への展開”，粉碎，49（2005）91-94.
<https://doi.org/10.24611/micromeritics.2005017>
- [3] ホソカワミクロン（株）発行，“直接加熱型気流式乾燥機ホソカワミクロンドライマイスタ[®] DMR-H”，粉碎，57（2014）92-94. <https://doi.org/10.24611/micromeritics.2014017>

著者紹介



石岡 一雄 Kazuo ISHIOKA

〔経歴〕1986年神奈川大学機械工学科卒業。同年ホソカワミクロン株式会社入社。1988年から現職。

〔専門〕粉体システムエンジニアリング。

〔連絡先〕kishioka@hmc.hosokawa.com