

乾燥工程における赤外線ランプヒータの提案

倉田 征治 (くらた せいじ) メトロ電気工業株式会社 技術部 第一技術課 課長

要約 様々な分野における乾燥工程において、生産性向上達成のため急速乾燥や品質向上が求められている。高速乾燥には『高効率』であることが絶対条件である。すなわち加熱ロスの発生とは、イニシャル、ランニングコストの加算ばかりか、外部に放出された熱エネルギーは作業環境温度の上昇や熱ダメージによる設備の劣化原因となる。乾燥の高速かつ高品質を実現するには、赤外線の熱流伝達が効果的であり、塗料などの色毎の吸収波長の違いによる加熱ムラも、ヒータからの放射波長の工夫によって対応可能となるケースも多い。本稿ではこの赤外線放射に特化したランプヒータについて、熱風との比較、赤外線加熱の原理、諸法則、ならびに各種ヒータの紹介と実際の採用事例について概説する。

1. 熱風加熱と放射加熱の違い

赤外線による放射加熱は熱風には無い特徴がある。熱風と放射、二つの異なる加熱方式の違いを理解し、目的と合致する加熱方式を採択することが生産性向上の実現に必要である。

1.1 熱風加熱の特徴

熱風加熱では空気を介するため、複雑な形状でも加熱できるという利点がある。しかし急速加熱をすると塗装乾燥では気泡の発生、食品乾燥では表面の焦げと内部の生焼けが問題となる。

これは下記式の通り、熱風の温度と被加熱物の表面温度の差でのみ熱流の吸収が行われるためであり、表面温度が急速に温度上昇すると、内部に熱が伝わる前に表面が乾燥し、水分が閉じ込められるためである。

$$q_c = h (T_c - T_s) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

qc:熱流量
h:熱伝達係数
Tc:熱風温度
Ts:被加熱物温度

1.2 放射加熱の特徴

放射加熱では赤外線が媒体を介さず、直接被加熱対象にエネルギーが伝わる。赤外線が分子を振動させ、分子同士の振動による摩擦熱から温度が上昇する。

被加熱物のみを加熱し空気を加熱しないため、クリーンルームや真空炉内部での熱源として使用されている他、熱流が吸収されやすいため内部までの加熱が可能である。またエネルギー密度を上げることが出来る

ため、高温度領域への加熱などに用いられる。

内部まで加熱できる理由として、下記式のように熱流が熱源と被加熱物温度の4乗の差で伝わるため、被加熱物の表面温度が高温となっても熱流の吸収が低下しないためである。

$$q_r = \sigma (T_H^4 - T_s^4) \text{ [W/m}^2\text{]}$$

qr:熱流量
σ:ステファン=ボルツマン定数
TH:熱源表面温度
Ts:被加熱物温度

よって急速に加熱しても気泡や内部の生焼けが発生しにくく、直接被加熱物を加熱できるため、品質向上とスピードアップに期待できる。

しかしながら照射された箇所のみが加熱されるため、複雑な形状よりも影の出来ないフラットな面加熱に向いている。

2. 赤外線ランプヒータの種類

赤外線式ヒータは大別すると、パネルヒータやシーズヒータなどの一般的に遠赤外線ヒータと呼ばれるもの、ガラス内部に発熱体が封入されている赤外線ランプヒータの2種類がある。

2.1 熱放射

熱源の温度に比例してエネルギーが増える放射を「熱放射」と呼ぶ。放射される波長は温度に比例してピーク波長が短波長側にずれ、全放射量が増加していく。