

水性塗料乾燥における赤外線放射加熱の効果

倉田 征治（くらた せいじ）メトロ電気工業株式会社 技術本部 第一技術課 課長
 吉原 寛美（よしはら ひろみ）メトロ電気工業株式会社 技術本部 第二技術課 課長

要約 水性塗料は一般的に水と塗膜を形成させるための樹脂と顔料からできており、水性塗料の場合は有機溶剤が水の代わりとなり、水や溶剤を蒸発させることにより塗膜が乾燥硬化していく。塗料メーカーによって水や溶剤を混ぜる希釈率の割合が異なるため、塗料の条件に合わせて乾燥条件を調整することが重要になる。溶剤塗料の場合は有機溶剤が蒸発しやすいため、塗膜の表面に作用しやすい熱風乾燥は適している。それに対して水性塗料の場合、有機溶剤に比べて水が蒸発しにくいいため、内部から乾燥することが乾燥時間の短縮には大きく影響する。また、季節や天候、湿度などによって乾燥条件が変わることも考慮する必要があるため、熱風加熱では使用条件に合わせて調整するには限界がある。赤外線加熱の場合は熱風と異なり塗膜の表面から赤外線の光が吸収されて塗膜内の分子振動による摩擦熱で加熱されるため、塗膜の内部から乾燥することができ、乾燥時間の短縮効果が高い。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:熱伝導係数
Tc:流体温度
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