

伝熱シミュレーションによる均熱加熱制御を可能とした熱処理電気炉

平山 聖治 熱産ヒート株式会社 技術グループ

要約 熱処理を必要とする製品にとって品質向上のため均熱性を高めることは重要な要素である。現状の熱処理電気炉は、雰囲気もしくは直接ワークに取り付けられた熱電対から得られる限られた部分の領域の温度を均一に制御する方式が主流であり、その温度域が均一に制御されたからといって実製品のすべての箇所温度が均一になっているという確証はない。今回開発を行っている熱処理電気炉は、前述の雰囲気制御もしくは、処理物の表面温度制御とは異なり、実製品の熱処理時に伝熱シミュレーションを行い、実製品の全体の温度分布を把握し、かつ均熱化を強く促すために数分先の温度分布の予測も行い、あらかじめ温度差が発生すると判断された場合には、温度差を抑制する方向にヒーター電流制御及び温度の制御を行う画期的な新システムである。これにより、必要最低限の時間・エネルギーで熱処理が可能となり、省エネ・省力効果も期待できる。

1. はじめに

熱処理を必要とする製品にとって品質向上のため均熱性を高めることは重要な要素である。現状の熱処理電気炉は、雰囲気もしくは直接ワークに取り付けられた熱電対から得られる限られた部分の領域の温度を均一に制御する方式が主流であり、その温度域が均一に制御されたからといって実製品のすべての箇所温度が均一になっているという確証はない。熱処理電気炉を設計・製作するメーカーは、長年の経験から温度が均一になりにくい箇所、例えば、薄肉部と厚肉部が混在する箇所等に熱電対を取り付けて、ヒーターを回路分けし、温度制御する方式、もしくは、時間とエネルギーをかけ、徐々に熱を加え温度分布を均一にする方式等にて熱処理電気炉を製作している。

また、精度をより要求される場合には、設計時にモックアップを準備し、事前にシミュレーションを行い、最適の均熱性の得られるヒーター配置、炉形状の設計を行う場合もある。当社では、長年の経験に加え、既述の従来の方法を踏襲して熱処理電気炉の設計・製作を行ってきた。

現状のシステムは、雰囲気制御もしくは、処理物の表面温度を制御点とし、その限られた部分の温度域を対象に均熱制御を行っている。本来の熱処理の目的は、表面および内部の処理物全体を均熱にすることで

あるが、熱処理中に処理物の内部を測定することは不可能であり、例えば、事前にモックアップにて、板厚方向に穴を開け熱処理実験をすることにより、内部の温度の測定はできるが、実際の熱処理では穴を開けられないことと、コスト高になること、多くの時間を要すること、ヒーター電流制御の変更が不可なことで均熱温度が得られないことから、既設の炉ではその代替手法として既述の制御方法で温度制御を行っている。

2. 研究開発手法

2.1 研究開発概要

今回開発を行っている熱処理電気炉は、従来の雰囲気制御もしくは、処理物の表面温度のみを温度制御する方式とは異なり、実製品の熱処理時に伝熱シミュレーションを行い、実製品の全体の温度分布を把握し(可視化)、かつ均熱化を強く促すために数分先の温度分布の予測も行い、あらかじめ温度差が発生すると判断された場合には、温度差を抑制する方向にヒーター電流制御及び温度の制御を行う画期的な新システムである。さらに、製品の表面および内部の温度分布を即時に把握し温度制御するため、均熱性の向上・安定はもとより、必要最低限の時間・エネルギーで熱処理が可能となり、省エネ・省力効果も期待できる。

伝熱シミュレーションについては、ベースは汎用ビ