

E&Gハイブリッド加熱炉の開発

幅広い温度帯で、高精度な温度制御を実現した高機能多目的炉

Development of E&G Hybrid Heating Furnace

High-performance Multipurpose Furnace That Achieves Highly Accurate Temperature Control Over a Wide Temperature Range

(エネルギー応用研究所 生産技術G 基礎技術T)

(Basic Technology Team, Production Engineering Group, Energy Applications Research and Development Center)

工場の生産ラインにおいて加熱や焼成などの工程を対象に、電気とガス双方の特長を活かした「ハイブリッド式加熱炉」を共同で開発した。広い温度範囲の加熱をこの1台でカバーするとともに、そのすべての温度帯で超精密な温度制御を可能とした。

We jointly developed a hybrid-type heating furnace that takes advantage of both electricity and gas, intending it to be used for heating, burning, and carrying out other processes in the production line at plants. With this furnace, heating at a wide temperature range can be performed by one unit, while highly precise temperature control is achieved in each temperature zone.

1 開発の背景と目的

工場で使用される加熱炉には、製品の付加価値化や品質確保のため、より精密な温度コントロールが要求されている。汎用の加熱炉では、炉内の温度分布は±30℃程度であり、高性能炉でも±15℃程度であった。しかも、限られた温度帯でしか使用できないため、低温用の加熱炉と高温用の加熱炉が使い分けされてきた。

従来加熱炉の熱源としては、電気ヒータまたはガスバーナが使用されてきた。電気ヒータは、温度制御性に優れるが、高温域では耐熱設計の制約により炉内攪拌が困難であり、炉内の温度ムラが発生しやすい。一方、ガスバーナは、温度ムラは抑制しやすい反面、高精度な温度制御が難しいという課題があった。

本研究では、東京ガス株式会社および株式会社ナリタテクノと共同で、電気とガス双方のメリットを活かしたハイブリッド加熱方式とすることにより、広範囲な温度帯で、温度ムラのない精密な温度制御を実現し、多くの用途に対応できる高機能多目的炉を開発した。

2 開発機の仕様

開発機の外観を第1図、仕様を第1表に示す。開発機は、ガスバーナおよび電気ヒータを内蔵するハイブリッド方式の加熱炉である。

3 開発品の特長

(1) 広範囲の温度帯を1台でカバー

ガス燃焼による炉内攪拌効果(対流伝熱)と電気ヒータの抵抗加熱(輻射加熱)を組合せることで、低温域では電気単独、高温域では電気とガスのハイブリッドで加熱するシステムとした。これにより、200～1,100℃という幅広い温度帯を1台でカバーでき、多目的炉として様々な用途に使用できる。

(2) 全ての使用温度帯で±10℃の超精密制御

前述の温度帯で、目標温度に対し、炉内温度分布も含め±10℃以内となる超精密制御を実現した。これにより、高品位が求められる航空機産業などのものづくりに貢献できる。

(3) 消費電力の削減

加熱能力の大半を熱単価の低いガスバーナで賄わせることにより消費電力を削減し、電気容量と電力デマンドを抑制した。

(4) 複雑なヒートパターンにも対応

各種熱処理を始め、セラミック焼成やロストワックス用鋳型の焼成など、第2図に示すような複数の温度プロセスを経る加熱工程に適する。



第1図 開発機の外観

第1表 開発機の参考仕様※

項目		数値
本体	計画寸法 (W×D×H)	1,550×2,434×3,613mm
	使用温度	200～1,100℃
	温度制御精度	±10℃
ガス	種別	13Aガス 10kPa
	定格流量	10m ³ /h (116kW)
電気	定格電圧	3φ 200V
	ヒータ容量	40.6kW

※お客さま要求に合わせ、異なる仕様も対応可能

4 開発のポイント

(1) 電気・ハイブリッド加熱システムの開発

開発機は、第3図に示すように、炉内の天面にガスバーナ、底面に排気口を、側面と底面に電気ヒータを配置する内部構造となっている。

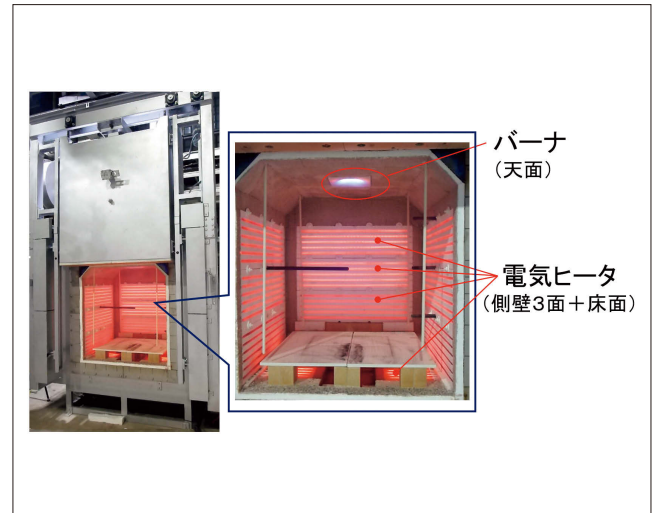
ガスバーナは、円錐状の壁面の周方向に沿って火炎や燃焼ガスの流れを形成させるものを採用した(第4図)。これにより、炉内は燃焼ガスの旋回流で攪拌され、水平方向の温度ムラを解消することができる。炉は低温域での運転では電気単独となるが、この場合でもバーナファンを運転させることで炉内の攪拌ができるようになっている。

一方、電気ヒータは上段・中段・下段でそれぞれ独立して出力を調整できるようになっており、垂直方向の温度ムラを解消するとともに、炉内温度の高精度制御を可能とした。これにより、従来は困難であった $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内の温度制御精度が、 $200 \sim 1,100^{\circ}\text{C}$ の全使用範囲で確保できた(第5図)。

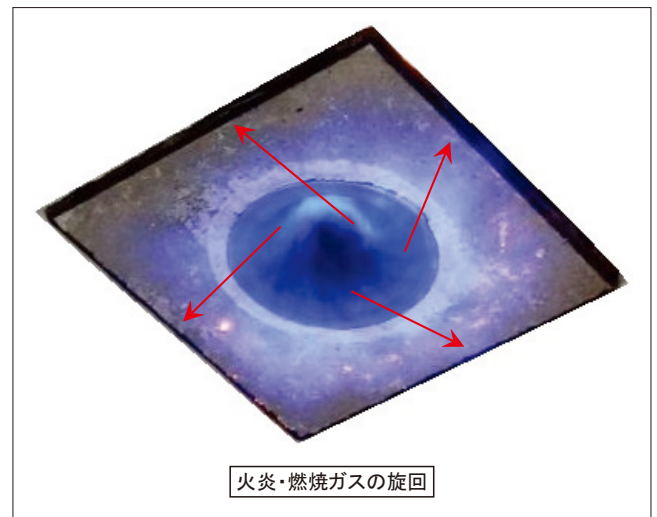
また、燃焼ガスの排気に伴う熱を回収するための熱交換器も搭載しており、従来の工業炉と同等以上の省エネ性も備えている。

5 今後の展開

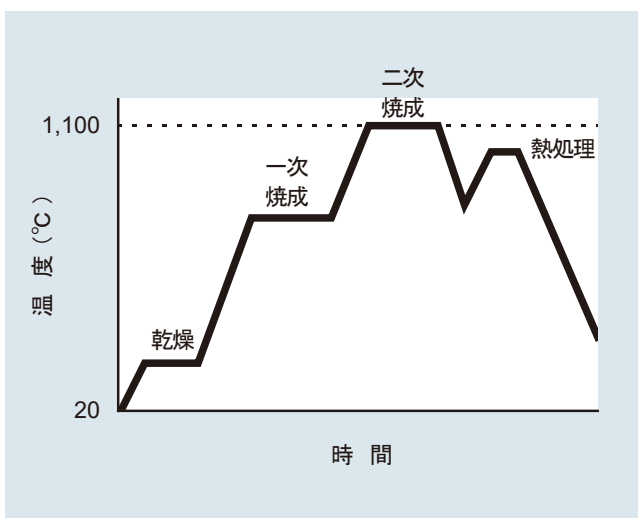
開発機は、株式会社ナリタテクノから、2017年11月より販売を開始した。各種熱処理をはじめ、セラミック焼成やロストワックス用鋳型の焼成などの工程をお持ちのお客さま工場への普及により、高品位・高付加価値となるものづくりに貢献したい。



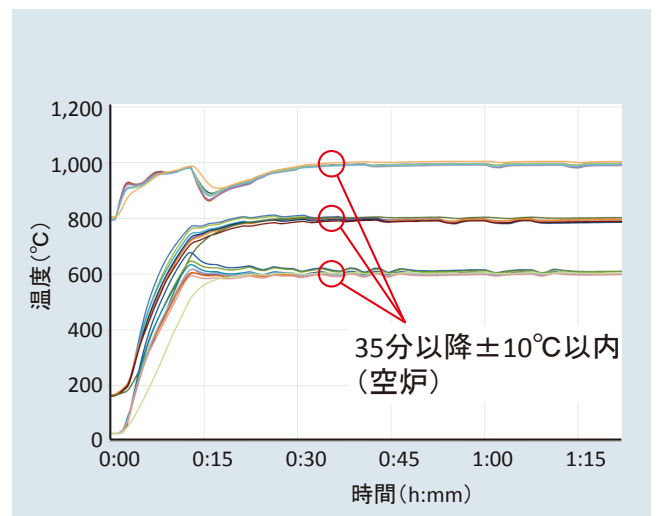
第3図 開発機の内部構造



第4図 バーナ燃焼イメージ(第2図下から見る)



第2図 複雑なヒートパターンの例



第5図 炉内温度分布測定結果
(JIS B 6901に準拠した、炉内9点の温度測定結果)



執筆者/三摩達雄・長 伸朗