

【日本機械工業連合会会長賞】

超コンパクトモジュール型ハイブリッド熱処理炉 (EC-Hybrid II)

株式会社エコム 静岡県浜松市
中部電力株式会社 愛知県名古屋市区

1. 機器の概要

軽量化の目的で輸送用機器等に多用されるアルミニウム合金の熱処理は、生産性と熱効率向上の観点から一般的に大型のガス式熱風循環炉で行われるが、大型炉の為、少量多品種や生産変動に対応できず、生産ラインの変更も困難である。

この課題を解決するため、本設備では電気とガスの最適利用による省エネルギー化と、生産ライン変更柔軟に対応できるモジュール化を実現した(図1)。本設備は電気とガスのハイブリッド熱源を備え、風速も可変としており、工程毎に最適な加熱条件を設定できる。工程や生産量の要求に応じて炉数や加熱条件を最適化することで、従来のガス式熱処理炉に対して59%のエネルギー削減を実現した。また、機器配置の最適化等により、システム全体で従来比73%の大幅な省スペース化を実現した。モジュール化構造の為、台数やレイアウト変更が容易であるほか、1台毎に熱源も可変の為、デマンドレスポンスにも対応可能である。

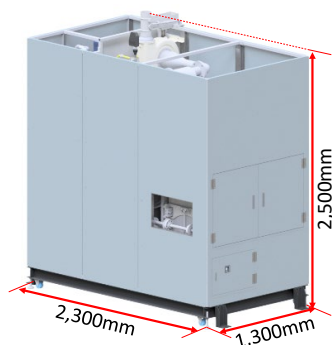


図1 開発設備単品外観

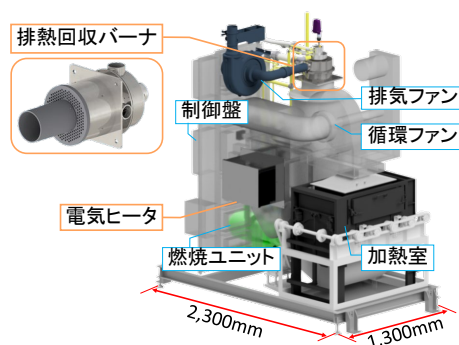


図2 開発設備の構造

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

(1) 熱交換器搭載型省エネルギーバーナ『エコネクスト』の適用

ガスバーナの排気熱損失低減のために排熱回収により燃焼用空気を予熱する場合、窒素酸化物(NO_x)の多量発生が懸念される。そこで、燃焼場への燃料の高速吹き込みにより、酸素濃度の低減と滞留時間の短縮による燃焼反応の緩慢化を図る高温空気燃焼技術と、二段階燃焼技術を導入した(図3)。これにより高温領域の発生抑制による NO_x の低減と省エネルギー化を達成した。

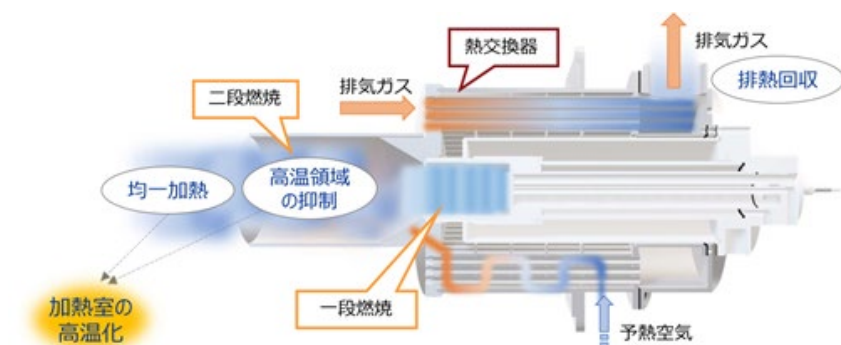


図3 排熱回収バーナの構造

(2) 熱源のハイブリッド化と循環ファンのインバータ制御

電気ヒータとガスバーナの設置と循環ファンのインバータ化により、各工程に最適な熱源と風速を設定でき、省エネルギー化と昇温時間短縮を実現した。

(3) 機器配置の最適化によるコンパクト化とモジュール化

システム全体の大幅な省スペース化を実現し、従来のT6熱処理システムに対し、73%ものコンパクト化を実現した。モジュール化により、必要な台数のみ連結し、炉毎に熱源、温度、風速を調整することで、生産量の変動や多品種での熱処理条件の変更にも柔軟に対応でき、小型のため、レイアウト変更も容易である。

(4) デマンドレスポンスや電化シフトへの対応

操業中においても炉毎に熱源が切り替えられるため、システム全体の消費電力のフレキシブルな調整により、デマンドレスポンスに対応できる(図4)。ガスとの併用で操業に支障を及ぼさずにピーク電力を調整できるため、今後も再生可能エネルギーの普及進展に応じた柔軟なエネルギーマネジメント操業が期待できる。

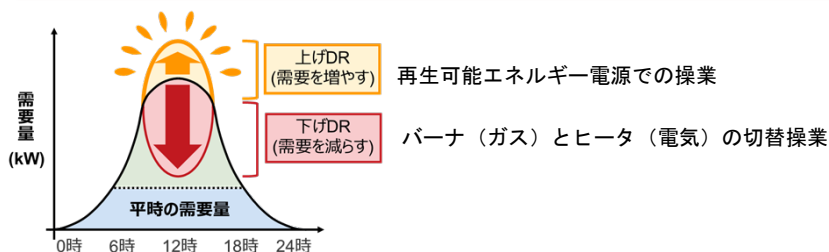
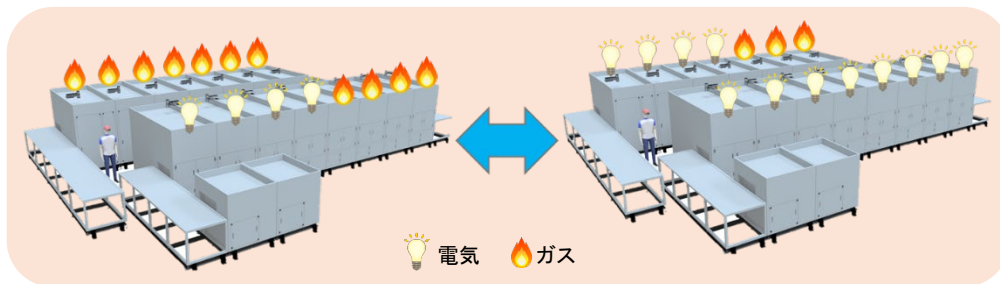


図4 デマンドレスポンスや電化シフトへの対応の一例

2.2 効果

(1) 省エネ性

アルミニウム合金の代表的な熱処理であるT6熱処理は、図5に示す通り、二つの異なる温度の加熱冷却工程を有する。主に溶体化炉と時効硬化炉における被熱処理物の昇温・均熱工程で多量にエネルギーが消費される。

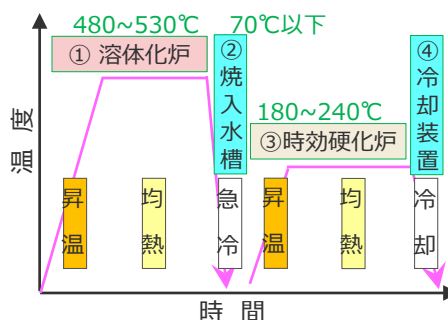


図5 T6熱処理パターン

本設備は、同じ仕様の炉をモジュール化したことより、工程毎に最適な熱源・温度・風速を設定することが可能となり、従来のガス炉による低風速一括処理に対して、大幅な省エネルギー効果が期待できる。

本設備をモジュール化した開発システムにてテストピース（アルミ材）のT6熱処理の実証試験を行い、従来の同規模ガス式熱処理システムと一次エネルギー消費量を比較した。その結果を表1および図6に示す。各炉における昇温、均熱の工程毎に熱処理条件を最適化したことにより、全工程の合計値として従来比59%の省エネルギーを実現した。また、昇温工程では高温、高速熱風を適用したことによって、省エネルギー化のみならず、図7に示す通り、所要時間を36%削減できた。

表 1 T6 熱処理における各工程の一次エネルギー消費量の比較※1

工程	単位	従来設備	開発設備	削減量	削減率	開発設備の設定条件
溶体化昇温	[MJ]	82.4	27.2	55.2	▲67%	ガス・高風速・高温
溶体化均熱	[MJ]	120.6	65.5	55.1	▲46%	ガス・低風速
時効硬化昇温	[MJ]	73.9	38	35.9	▲49%	電気・高風速
時効硬化均熱	[MJ]	118.9	32	86.9	▲73%	電気・低風速
合計	[MJ]	395.8	162.7	233.1	▲59%	

※1 当社テスト炉でのテストデータ、都市ガス 13A の場合

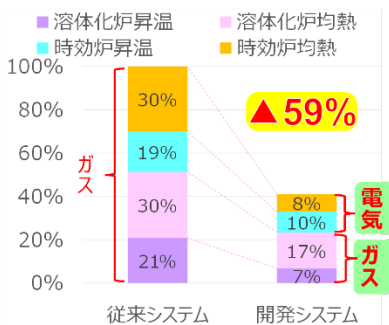


図 6 一次エネルギー消費量の比較

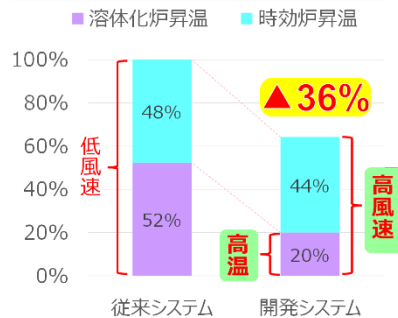


図 7 昇温時間の比較

(2) 経済性

アルミニウム合金の T6 熱処理工程における熱処理条件の最適化により得られた省エネ効果はそのままランニングコストに直結する。前述の標準的な条件において、従来設備と比較した場合、年間で削減可能なランニングコストは 4,401 千円となっており、3 年の稼働でイニシャルコストを回収できる※2。

※2 ガス料金単価：65.17 円/m³ 電気料金単価：14.665 円/kWh として算出

(3) メンテナンス性

工場設備として保守性は重要視される要素のひとつである。本設備においても計器類の配置など保守管理性の向上を目的とした設計上の配慮が行われている。また各モジュールには移動用のキャスターが設けられており、これは設備トラブル時に異常ユニットの連結を一時的に取り外し、残りのユニットで速やかに生産を再開するなど柔軟な対応を可能とするためである。

3. 用途

本設備は非鉄金属製造業界におけるアルミ熱処理工程への導入を想定しているが、他の製造業の加熱・乾燥工程にも適用できる。また、被処理物のサイズや加熱能力等の条件に合わせたオーダーメイドな設備仕様にも対応可能である。