

## 設備紹介

## Equipment

## 環境にも現場にもやさしい真空浸炭炉 “ModulTherm®”

## 1. はじめに

大同特殊鋼(株) (以下、当社という) が販売する真空浸炭炉「ModulTherm (モジュールサーモ)」は、2009年にその第1号機が当社納入先にて量産稼働を開始した。当社が真空浸炭の将来性に着目して基礎研究を開始した2004年から数えること5年、いよいよ本格的な普及への道を歩み始めた。

真空浸炭処理される製品は、ガス浸炭品と比べて品質面で以下の特長がある。

- (1) 酸素のきわめて希薄な雰囲気中で処理されるため、表面酸化による浸炭異常層がなく、疲労強度が向上する。
- (2) トレー上の製品が十分均熱されたタイミングを計って浸炭を開始するため、製品の形状・積載位置による昇温速度の差異に起因する浸炭ばらつきが少ない。
- (3) 真空浸炭の機構上、浸炭ガス導入中の製品表面の炭素濃度は黒鉛との平衡値まで上昇するため、高濃度浸炭など炭化物を活用した強度向上プロセスを容易に実現できる。

さらに、当社納入先における量産実績から、ModulTherm が従来のガス浸炭炉と比べてきわめて大きな省エネ性能およびコスト削減効果を発現することが確認され

た。

本稿では、上記を初め ModulTherm の導入によって期待されるさまざまな効果について実例を基に紹介する。

## 2. 量産型 ModulTherm

今回導入効果を検証した ModulTherm の主な仕様を表1に示す。また設備の外観を図1(a)に、全体配置を図1(b)に示す。

ModulTherm はモジュールと呼ばれる複数のバッチ炉の数量や仕様を自在に組み合わせてシステムが構成されており、ユーザの所要生産能力と品質要件から算出される熱処理の所要時間を基に、最大の生産効率を得られる設備仕様を提案している。

量産型 ModulTherm は当社で設計・製作を行っており、発注から据え付け・試運転・引渡しまでに要するリードタイムはおよそ10～12か月間である。

## 3. 量産型 ModulTherm の導入効果

当社納入先において確認された量産型 ModulTherm の導入効果は以下のとおりである。

## (1) 省エネ効果

製品重量あたりのエネルギー使用量を既設のガス浸炭炉と比較したところ、約39%の省エネ効果が確認され

表1 量産型 ModulTherm の主な仕様

項目	諸元	
室構成	浸炭モジュール	5+5 室
	保温・搬送モジュール	1+1 室
	油冷モジュール	1+1 室
トレー有効寸法	L1000×W600×H750 [mm]	
トレー積載重量	max. 600 kg (グロス)	
生産能力 <sup>(*)</sup>	約 28 ton/day	
設置スペース	約 24 m × 28 m	

<sup>(\*)</sup> SCr420, 有効硬化深さ 0.8 mm の場合

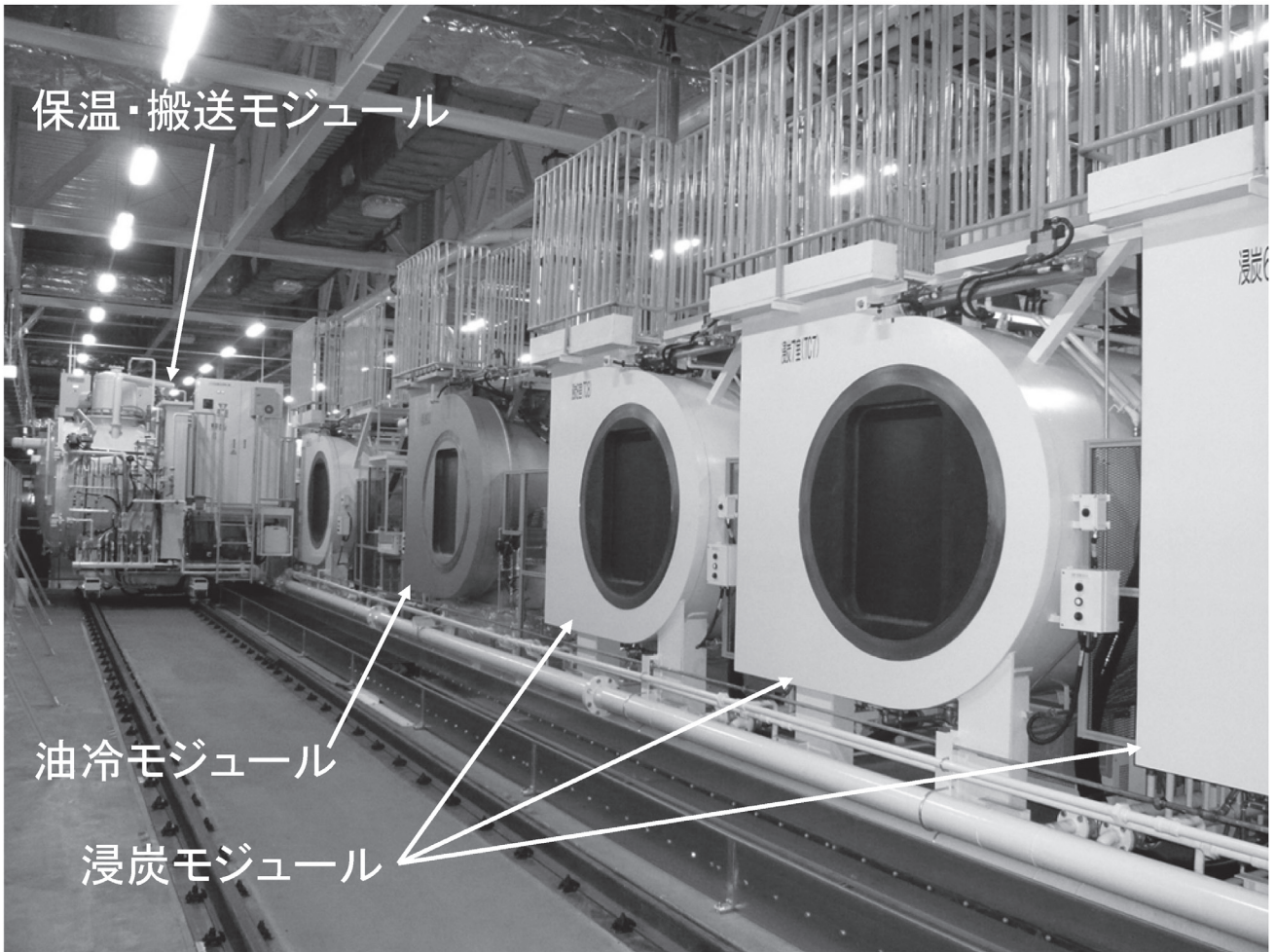


図 1(a) 量産型 ModulTherm 外観 (部分)

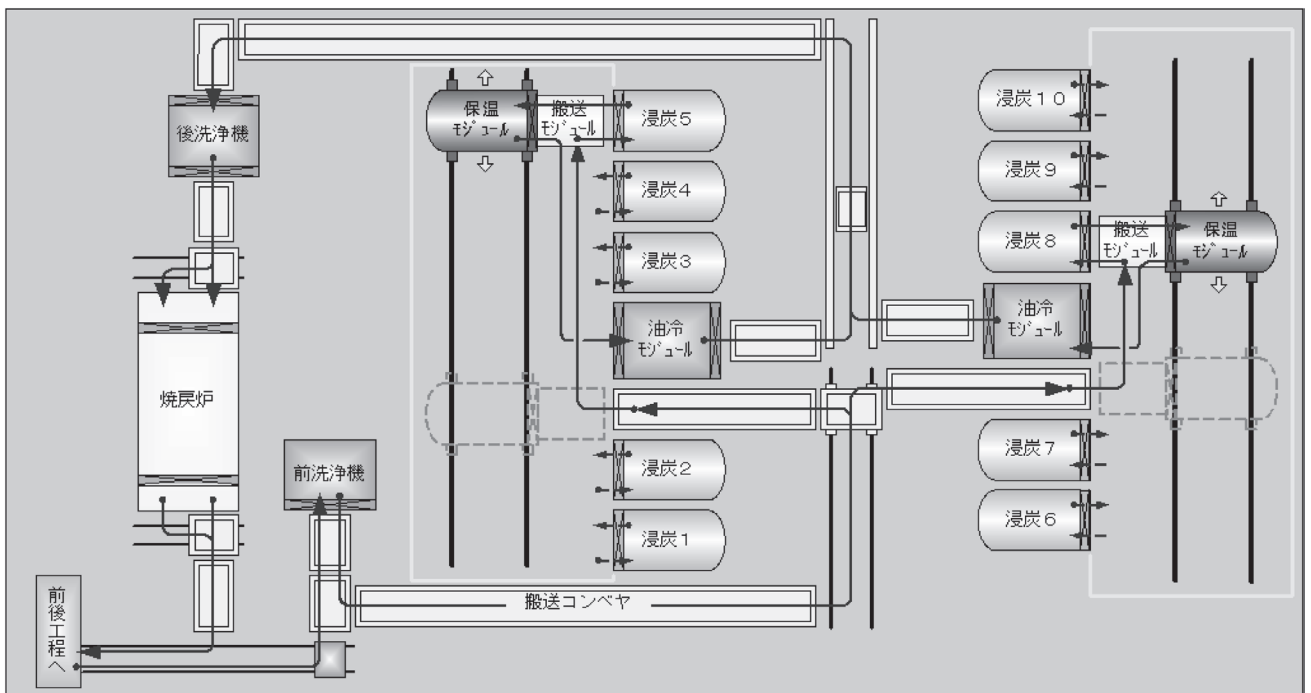


図 1(b) 量産型 ModulTherm 全体配置

た。CO<sub>2</sub> 排出原単位に換算すると (図 2), 約 50 % の削減効果に相当する。これは以下の要因によって発現したものである。

- ・製品への炭素供給源となる雰囲気ガスの使用量が 1/100 以下、かつ炉から排出される余剰の雰囲気ガスを燃焼させずに排気
- ・設備の立上げ、立ち下げ時間が短いため、週末など短期間の休日ごとに停止させることで無駄な待機エネルギーを削減

(2) 省人化効果

操炉要員 1 人・1 日あたりの生産量を既設のガス浸炭炉と比較したところ (表 2), 約 3 倍の生産量向上効果が確認された。これは、ModulTherm が電気加熱方式を採用しているため、バーナの監視要員が不要であるほか、前述のとおりガス浸炭炉は休日も炉を停止しないため監視要員が必要であることによる。

(3) 生産垂直立上げ

当社は滝春テクノセンターに ModulTherm の実証炉を常設して、ユーザ向け試作・見学などに活用している。

実証炉は量産型 ModulTherm とモジュール数が異なる以外は設備仕様が同一のため、実証炉で得られた操業条件はそのまま量産炉に適用が可能となる。本稿で紹介する当社納入先の場合も、設備発注後ただちに当社実証炉を用いた試作を行い、量産炉の据え付け完了までに所要の条件出し作業が完了していたため、引渡し後短期間で量産を開始することができた。

(4) 安全・快適な作業環境

ModulTherm は浸炭モジュールにアセチレンガスを導入して浸炭処理を行っているが、炉内の圧力は大気圧の約 1/100 と低く、炉体は外部と空気の出入りのない完全気密構造のため、ガス浸炭炉と比べて潜在的な爆発リスクはきわめて低くなっている。

また従来の熱処理現場は高温と粉塵に晒され、いわゆる典型的な“3K”職場として作業員から敬遠されてきたが、ModulTherm は高温の浸炭モジュールおよび保温モジュールの全周を水冷ジャケットで囲っているため、周囲への放熱がほとんどない上に、燃焼排ガスが発生しないため粉塵の飛散もなく、現場の作業環境は格段に改善した。

(5) スキルフリー化

ModulTherm に付属するシミュレーションソフト「浸炭くん」は、当社が解明した真空浸炭機構<sup>1)</sup>に基づいて所要の炭素濃度分布を得るための浸炭ガス導入条件 (以下、レシピという) を計算するためのものである。真空浸炭の場合、ガス浸炭のカーボンポテンシャルのような in situ な制御指標が存在しないため、レシピを求めするためには条件出し作業に多大の工数を必要としていたが、浸炭くんはそれらの大部分を PC 上の計算で代用できるため作業の大幅な効率化を実現した。

また、ガス浸炭炉では炉ごとの個体差が製品品質に与える影響が大きく、カーボンポテンシャル 1 つ取っても現場作業員の経験・熟練に頼る微調整が不可欠であったが、ModulTherm は炉体が気密構造となっている上に、

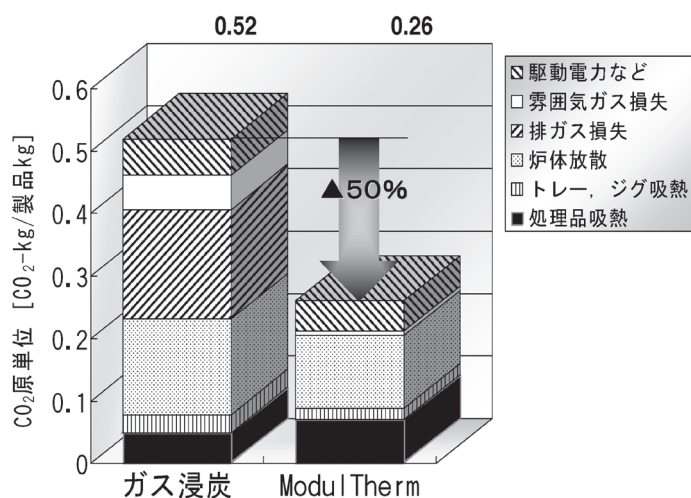


図 2 ModulTherm とガス浸炭炉の CO<sub>2</sub> 原単位

表 2 ModulTherm とガス浸炭炉の要員あたり生産量

	ガス浸炭炉	ModulTherm
生産能力(*)	19 ton/day	28 ton/day
操炉要員	6 person/day ( 2 person/shift )	3 person/day ( 1 person/shift )
要員あたり生産量	3.1 ton/day	9.3 ton/day

\*) SCr420, 有効硬化深さ 0.6 mm の場合

炉体のリークを検知する機能によって、浸炭モジュール間の個体差は大幅に解消され、特別な使い分けをすることなくすべてのモジュールが同一の条件で操業に使用されている。

#### 4. おわりに

地球温暖化抑制という社会的要請に応えるため、省エネ・省CO<sub>2</sub>を実現する技術開発は今後その重要性がますます高まることが予想され、さらにわが国の熱処理業界においては、熟練技能者の減少・若手技能者の定着不足といった課題を克服しながら、割安な労働力を背景に台頭する新興国メーカーとの競争を勝ち抜かねばならな

い。真空浸炭はこれらの課題を一挙に解決する切り札として大きな注目を集めており、当社は、ModulThermを初め、真空浸炭専用鋼材など関連商品の開発を進めている。

(文献)

- 1) 森田敏之, 羽生田智紀: 電気製鋼, 77(2006), 5.

(問合せ先)

大同特殊鋼(株)機械事業部 名古屋機械営業室 堀 哲  
TEL:052-613-6805 FAX:052-613-6841  
e-mail: s-hori@ac.daido.co.jp