

# 真空浸炭熱処理自動化システム

Automatic system for Vacuum Carburizing

キーワード  
真空浸炭, システム, フレキシビリティ

クリーンサーモ事業部  
工業炉部

川倉 勝之

窪田 康浩

高岸 聡

## 1. はじめに

当社においては、鋼、工具、軸受などの製造工程を通して数多くの熱処理技術を確立してきた。そして、当事業部では、確立された技術をベースに熱処理設備を多数開発している。

真空浸炭熱処理自動化システムは、鋼の熱処理技術の中で幅広く使用されている浸炭焼き入れ設備、炭化水素系洗浄液による洗浄設備、焼き戻し設備をベースに、システムの自動化技術を組み合わせた設備である。

本稿では、このシステムの概要、特徴について紹介する。

## 2. 真空浸炭熱処理自動化システム 開発の狙い

現在、熱処理の現場においては、省力化、省人化、安全性に加え作業環境などの問題を抱えている。これからの商品は、これらの問題点を解決する必要がある。今回、開発を行った本システムでは、下記の事柄に留意し設計、開発を行った。

- (1) 熱処理の熟練技能者が持つ技能を熟知し、製品としての基礎技術の確立を計った。
- (2) 作業者が容易に操作できるシステムにした。
- (3) 工業加熱特有の作業環境をふまえて作業性、安全性には十分配慮した。

## 3. システム構成

### 3.1 製品の処理手順

一般的な熱処理工程を図1に示す。

ワークには、前工程の切削工程、プレス工程における切削油、プレス油などの油分が付着している。これらの油分を除去するために前洗浄を行う。その後、真空浸炭炉にて浸炭焼き入れ、浸炭窒化焼き入れもしくは真空焼き入れを行う。焼き入れ動作に伴い焼き入れ油がワークおよびトレイに付着するため、再度洗浄装置にて油分の除去を行う。次にワークは、焼き戻し操作を行い、次工程に送られる。

### 3.2 レイアウト

図2に本システムの基本的ラインのレイアウトを示す。

基本的ラインは、搬送装置、真空浸炭炉、真空洗浄装置、焼き戻し炉、ストックテーブルから構成さ

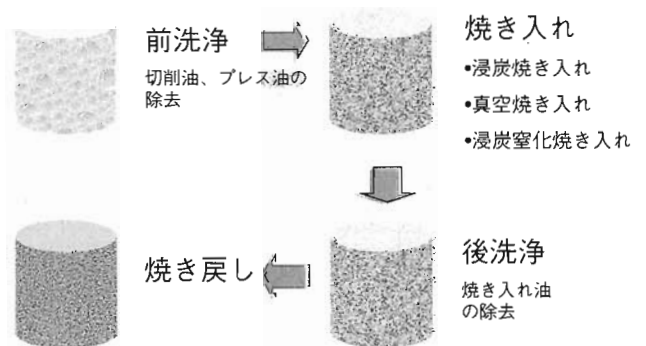


図1 一般的な処理手順

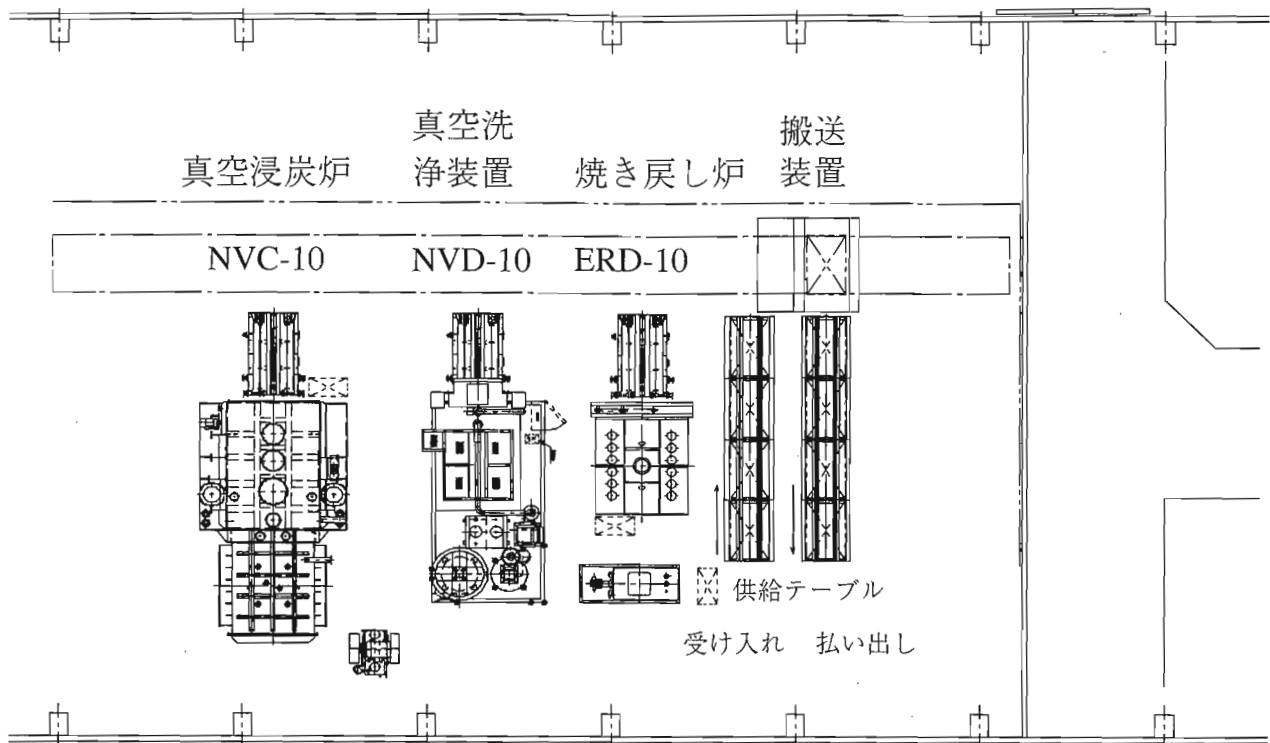


図2 レイアウト (例)

れる。また、システムの構成は、必要生産量もしくはサイクルタイムを考慮して決定される。

### 3.2.1 搬送装置

搬送装置の設備外観を図3に示す。

搬送装置は、ワークを移動させるための搬送テーブルとワーク装入、抽出操作を行うための制御盤から構成される。ワークの炉への装入、抽出ならびに各設備間の移動が全自動で行える。手動操作時には、搬送テーブル脇に設けられた制御盤のみ各炉の間のワーク移動並びに装入、抽出操作が目視で行えるようになっている。また、人が搬送テーブルと接触しないように、搬送テーブル軌道内へ進入したときに停止する安全装置も設けてある。

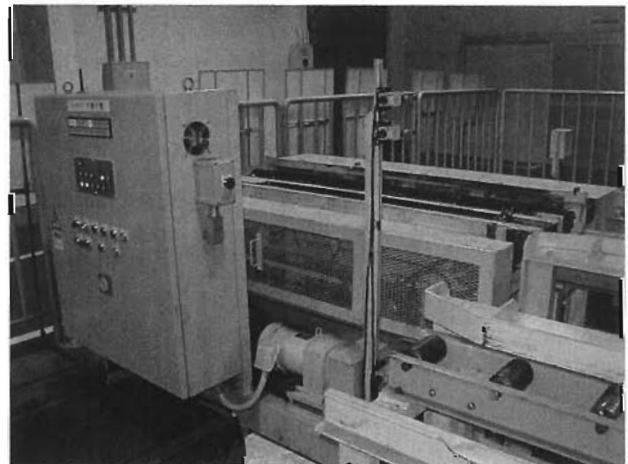


図3 搬送システム

### 3.2.2 真空洗浄装置

真空洗浄装置 (NVD シリーズ, 図4) は、ワークに付着した油分を洗浄液で洗浄し、真空乾燥する装置である。ワークの洗浄条件は、油分付着程度にあわせ個々のトレー毎に設定が可能である。現在市販されている洗浄液には、有機溶剤と水系、炭化水素系の洗浄液があるが、錆や洗浄性の観点から炭化水素系のものを用いている。もちろん、非フロン系のものであり環境に考慮したものである。また、炭化水素系洗浄液は爆発や火災など安全性に対して不

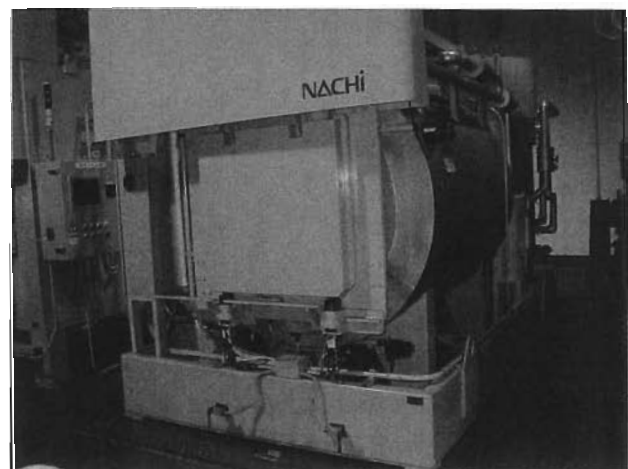


図4 真空洗浄装置

安が残る。しかし、本設備では洗浄液が缶体や配管からの漏れを防ぐために減圧下で使用するよう設計されている。電気的には様々なインターロックを設けてある。

### 3.2.3 真空浸炭炉

真空浸炭炉（NVC シリーズ、図 5）は、従来の浸炭炉に代わる炉である。従来のガス浸炭炉は、浸炭ガス濃度を管理（CP 管理）することが非常に経験を要することであった。さらに、メンテナンス、操業開始時のシーズニング（雰囲気調整）などの作業を行わなければいけなかった。また、旧世代の真空浸炭炉では、ススの発生などの問題があった。しかし、本シリーズでは熱効率の優れた真空タイプの炉を使用し、浸炭ガスはエチレンガスを採用した。エチレンガスを用いた浸炭プロセスは、理論的に必要な時間だけ一定の圧力下で必要量を投入して浸炭操作を行うプロセスである。このプロセスは、当社独自のプロセスであり EN-CARBO（エン・カーボ）と名付けた（特許出願中）。このプロセスにより、本システムにおいては、ススの発生を抑制のみならず、ワーク変更や要求品質変更による処理条件設定などは経験を要することがなくなった。処理条件の設定は、制御盤に設けてあるタッチパネル上で対話

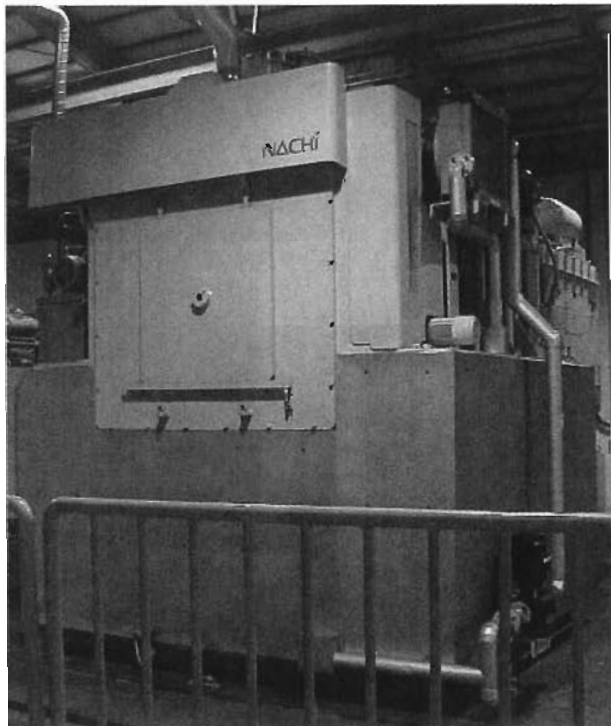


図 5 真空浸炭炉

方式にて行える。タッチパネルの例を図 6 に示す。設備のメンテナンスにおいては、定期点検のみで操業可能である。

### 3.2.4 焼き戻し炉

焼き戻し炉（ERD シリーズ、図 7）についても同様に個々のトレイによって条件の設定が可能である。また、炉内の温度分布を一定に保つために炉内攪拌機構を設けてある。さらに、ワークの着色を防ぐために窒素雰囲気下での焼き戻しも可能な構造となっている。

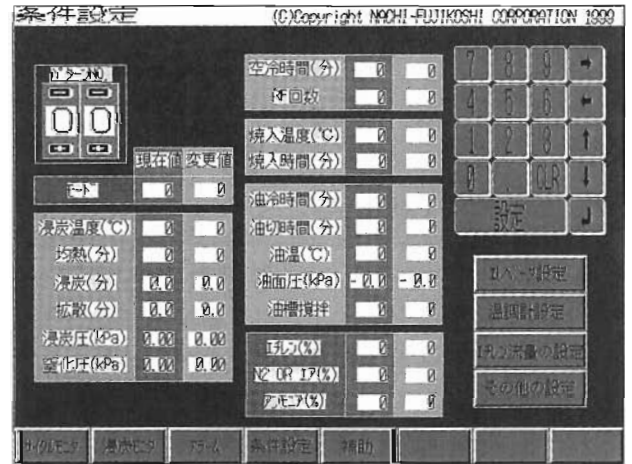


図 6 条件設定画面の例（真空浸炭炉）

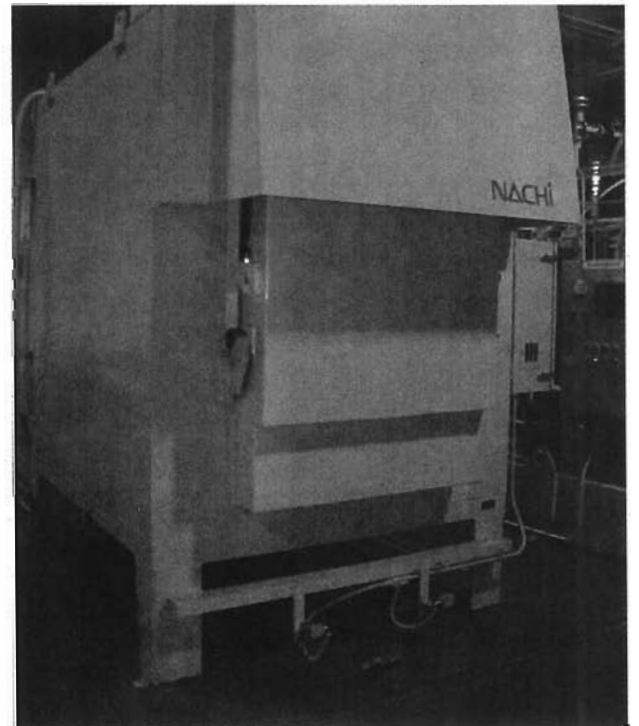


図 7 焼き戻し炉

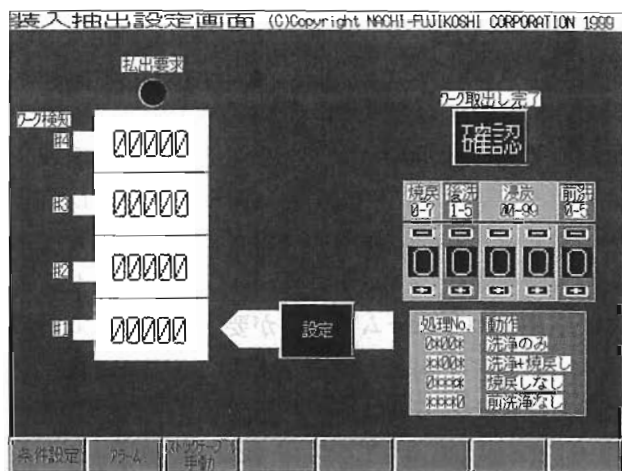


図8 操作画面（処理パターン）

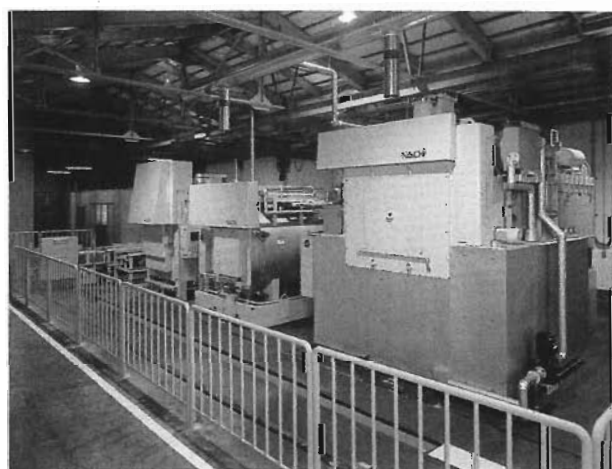


図9 システム全景

### 3.2.5 ストックテーブル

ストックテーブルは、ワークをセットしたトレイを受け入れ払い出しする機能だけでなく、また狭い空間でのワーク保管の有効利用できる利点を持っている。緊急に処理しなければならないワークは、割り込みテーブルにセットされストックテーブルのワーク受け入れ順に対して、最優先で処理を行える後入れ先出し方式も可能である。

また、ワークの処理順序ならびに処理条件の設定を図8に示す。設定はシステムに設けられたいずれの制御盤からでも行える仕組みになっている。

現在、当社内で稼働している設備外観を図9に示す。

## 4. ランニングコスト

従来のガス浸炭炉と真空浸炭炉とのランニングコストを図10に示す。

真空浸炭炉については、処理温度を高くすること

条件：1000kgグロスチャージ 稼働時間 120時間/週  
浸炭深さ1.5mm

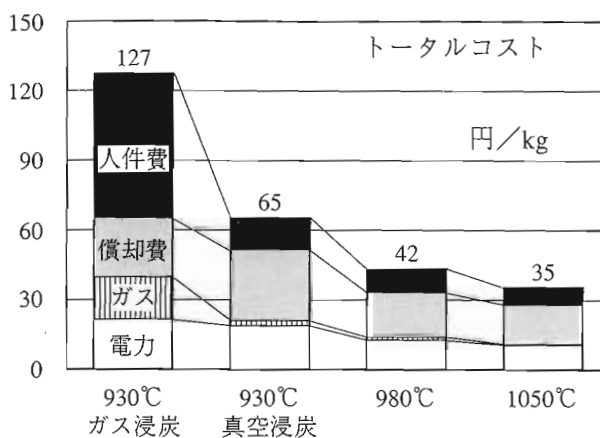


図10 ランニングコストの比較

によりコストを引き下げることが可能である。また、真空洗浄装置に関しては従来のような有機溶剤系の設備に比べ1/2以下にコストを下げる事が可能である。

## 5. 特長

本システムの特長を述べると下記の通りである。

### 1) 無人運転

コンピュータによる集中管理システムと自動搬送装置の採用により全自動で運転できる。必要に応じて、単独での運転が可能である。

### 2) フレキシビリティ

各装置、処理パターンをタッチパネルで入力することにより素早く、誰にでも処理が簡単に行える。

### 3) 早期立ち上げ

機器はすべてユニット化されているので、搬入から試運転までの時間が短縮でき、早期立ち上げが可能である。

### 4) 環境対応

環境に配慮したクリーンな処理システムとなっているので、熱処理現場などの職場環境改善に有効である。さらに、裸火を使用していないため夜間の無人運転が可能である。

## 6. 仕様比較

本システムを構成する真空洗浄装置, 真空浸炭炉, 焼き戻し炉の仕様を表 1, 表 2 に示す。

真空浸炭炉に付加する機能として, 浸炭窒化, 高濃度浸炭, リファイニング, などがある。真空洗浄装置, 焼き戻し炉については熱源を電気, ガス (LPG, ブタン, 都市ガスなど) にも対応できる仕様となっている。

表 1 処理能力ならびに炉内有効寸法

真空浸炭熱処理システム形式	真空浸炭炉 NVC 形式	真空洗浄装置 NVD 形式	炉内有効寸法 (mm) WxLxH	処理能力 (Kg)
3 シリーズ	NVC-3	NVD-3	460x620x550	300
6 シリーズ	NVC-6	NVD-6	610x950x610	600
10 シリーズ	NVC-10	NVD-10	760x1220x760	1000

表 2 装置仕様

		3 シリーズ	6 シリーズ	10 シリーズ	
型式		NVD-3	NVD-6	NVD-10	
真空洗浄装置	洗い油容量	L	1200	1600	
	媒体油容量	L	300	500	
	電力	KW	45	80	
	冷却水	L/min	100	140	
	窒素ガス	MPa	0.3	←	←
	圧縮空気	MPa	0.5	←	←
型式		NVC-3	NVC-6	NVC-10	
真空浸炭炉	焼き入れ油容量	L	3000	6000	
	油槽ヒータ	KW	18	36	
	加熱室ヒータ	KW	45	100	
	電力	KW	66	160	
	窒素ガス	MPa	0.7~0.8	←	←
型式		ERD-3	ERD-6	ERD-10	
焼き戻し炉	加熱室ヒータ	KW	30	45	
	電力	KW	34	51	
	使用温度域	°C	150~550	150~550	150~550
	窒素ガス	MPa	0.3	←	←
	圧縮空気	MPa	0.5	←	←

## 7. おわりに

ユーザの最近の動向としては, 単なる熱処理炉だけでなく, システムとソフトならびに作業環境の向上も併せて要求している。それゆえ, メーカーは, ユーザ側に立った付加価値の高いシステムを作り出さなければならないと思われる。本稿で紹介した, 真空浸炭熱処理システムは時代が要求した製品であり, ユーザの生産性向上のみならず環境改善にお役にたてれば幸いである。