

スペリア式

バッチ型ガス浸炭窒化炉（BBH型）の使用例

オリエンタルエンジニアリング株式会社 村上博充

はじめに

浸炭・浸炭窒化処理に代表される表面硬化熱処理は、自動車や産業機械から日常製品まで、その製品の機能の重要な部分で、製品性能を決定付ける大切な処理として幅広く行われている。特に大量生産される自動車関係の部品は多く、重量比では、浸炭・浸炭窒化される全ての部品の60%以上を占めている。その上、自動車では動力伝達や制動装置関係といった、人命を預かる重要な部分の部品に、浸炭・浸炭窒化熱処理が採用されている。

一方で、自動車産業が現在置かれている立場は、その生産量の大きさとも相まって、LCAにおける環境負荷対策など、省資源・省エネルギー問題が大きな課題となっている。自動車の場合は、製造段階だけでなく、その走行中に消費するエネルギーと、排出する炭酸ガスが多く、この削減を目指した燃費改善は各自動車メーカーにとって至上の命題となっている。

このような状況の中にあって、浸炭・浸炭窒化熱処理の品質と、これを担う浸炭熱処理設備の果たす役割は非常に大きくなっている。高強度、高精度、低摩擦、低摩擦と言った、精密で信頼性の高い表面硬化熱処理が、燃費改善のためを含めた自動車の性能向上には欠かせなくなっている。図1は、自動車産業において技術開発の方向性を示唆するものとして描かれたものである。

今回は、自動車産業の中で、このような要求に応じて活躍し、精密で信頼性の高い浸炭・浸炭窒化熱

処理を実現している設備として、スペリア式バッチ型浸炭窒化炉（BBH型）を紹介し、その使用例を示す。

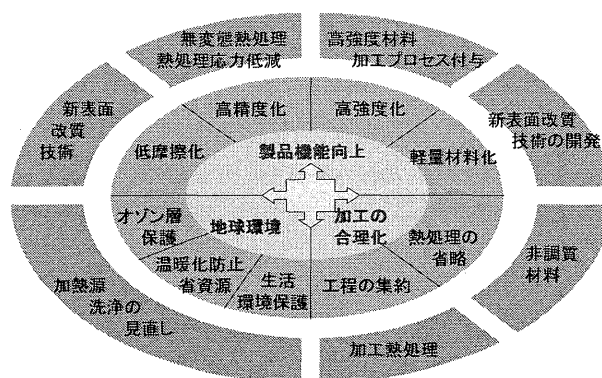


図1 熱処理のエンジニアリングアイテム

1. BBH型の概要

BBH型浸炭炉は、真空窒素パージ方式を採用した、雰囲気安定性の極めて高い滴注式の浸炭・浸炭窒化炉である。気密構造の炉体として、パージ室では真空窒素ガス置換してから処理品を搬入出するので、この方式では加熱室に外気が入ることが無い。このため、連続操作中は勿論、断続操作でも外気の流入による炉内雰囲気の流れが無く、極めて高い熱処理品質の再現性が得られる。さらに、搬送時には火を使うことが無く安全で、自動化して操業するのに最も適した装置となっている。図2には、シリーズ化されているBBH型の炉の中から、2室型（BBH-2R）について構造図を示す。シリーズの中には、この他に専用のパージ室を設けた3室型、ガス冷却を可能にした油冷却兼用型等がある。

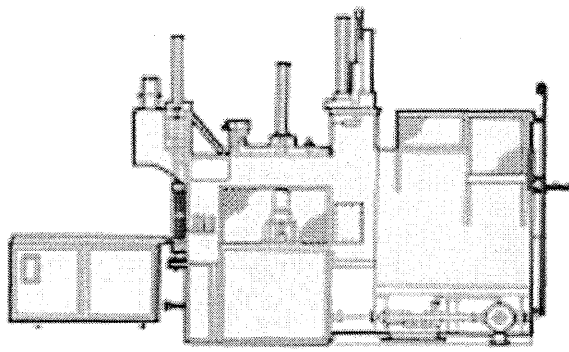
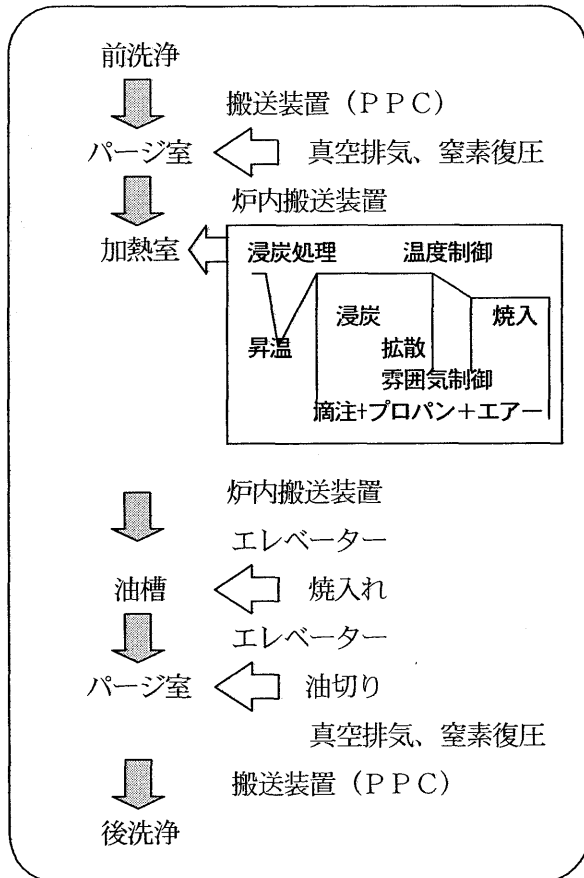


図2 BBH-2R 外観図

BBH型では、処理は次のように進められる。



一連の動作は全て自動で行われ、浸炭・浸炭窒化熱処理も、登録されたパターン条件を選択しておくことで自動的に進められる。浸炭雰囲気は、手軽でしかも安定して高い精度に組成管理できるばかりでなく浸炭効率も良い滴注式をベースとし、エンリッチプロパンまたはブタンとレデュースエア-を使って、炭素濃度を増減方向に制御する。

さらに、BBH型では真空窒素パージ方式と気密

度の高い炉体を採用し、酸素センサーによる雰囲気制御を組合せたことで、窒素雰囲気中の残存酸素を管理して、浸炭や脱炭の無い光輝熱処理をも可能にしている。

2. BBH型浸炭炉と処理品

BBH型浸炭炉で処理している部品は、その雰囲気制御精度の高さから、精密機械部品の0.1mm程度の浸炭から、船舶部品の4mmを超えるものまで実に様々である。また、材料から見てもSCMやSNCM等の低合金鋼からS15C等の炭素鋼、さらにはSPCやSPHの圧延鋼板、STKM、SWRMなど実に幅広い。

自動車部品についても、様々な材料の多くの部品が有り、その一例を挙げると表1の通りである。

部品名	材料	処理名及び浸炭深さ※
駆動部品 ミッションギヤ デシギヤ ピニオン ドライブギヤ 他	SCM415 SCM420 等の 肌焼鋼	浸炭焼入れ 浸炭深さ(有効) 0.5~1.2mm
操舵部品 ラック ピニオン シャフト 他	SCM415 SCM420 等の 肌焼鋼	浸炭焼入れ 浸炭深さ(有効) 0.6~1.5mm
ブレーキ部品 ラッチ ラチェット レバー 他	圧延鋼板	浸炭焼入れ 浸炭深さ(全) 0.2~0.5mm
ドアロック部品 リライティング 部品	圧延鋼板	浸炭窒化焼入れ 浸炭深さ(全) 0.2~0.5mm
その他 ノズル(SCM)、タペット(SCM等)、 ブッシュ(STKM)、ロッドスクリュー等(SC)、 ピン類(SCM、SS)、コンロッド(SCM)、等		

※ 浸炭深さは一般的な値で、規格を示すものではない。

表1 BBH浸炭炉の処理品例

勿論、浸炭・浸炭窒化熱処理以外の、焼入れ処理も同じ炉で熱処理されている。その一例を挙げるとバネ（SUPやSK材）、軸受（SUJ）、S45Cなどの炭素鋼製品、焼結材料の製品、鋳鉄製品等となっている。

これらの部品は、部品に合った汎用のバスケットやフィクチャー組立治具、または専用治具を使い、作業基準に定められた方法でセットしてBBH型浸炭炉に挿入する。炉の中で、処理品は、高度に制御された温度と雰囲気にて正確な深さと炭素量に浸炭される。

所定の時間保持して目的の浸炭深さになったら、焼入れ保持の温度まで温度降下する。この時BBH型浸炭炉では、温度降下中の雰囲気を目標の炭素濃度に制御するばかりでなく、冷却装置を働かせて迅速に温度降下することも可能にしている。

焼入れ冷却では、部品に合わせて焼入れ油の攪拌が調節できる。真空窒素パージ方式の採用によって、焼入れ油の酸化劣化と煤汚れが著しく減少したことも併せて、安定した、きれいで歪の少ない製品に焼入れされる。

写真1には、BBH型浸炭炉（BBH-2R）を、写真2はバスケット治具にセットされた処理品を、写真3はフィクチャー組立治具にセットされた処理品を、例として示す。

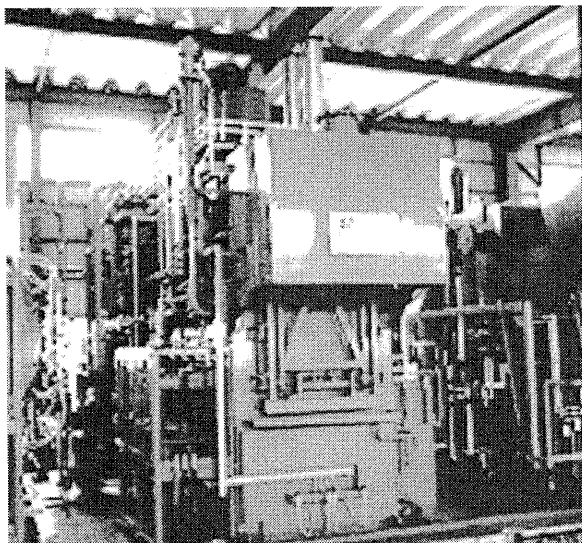


写真1 BBH-2R

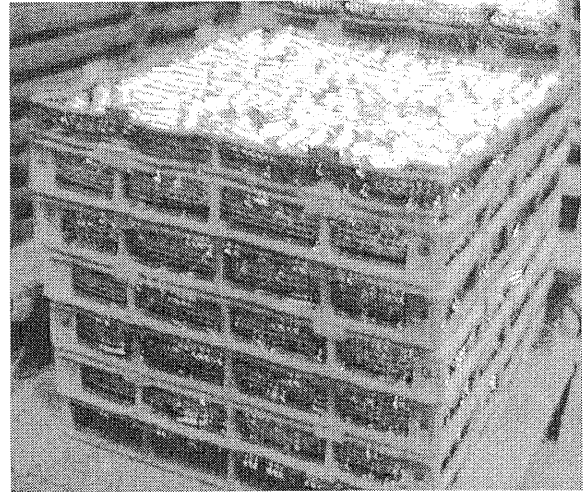
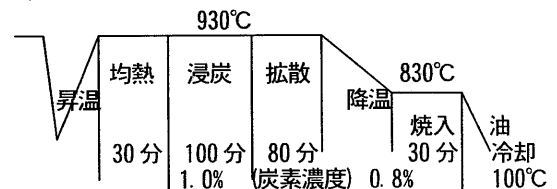


写真2 バスケット治具セット品

また、このようにして処理される部品の一例を示すと、次のようになる。

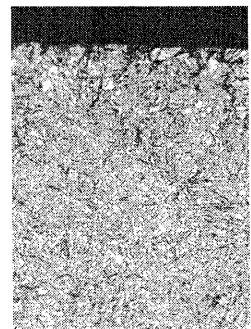
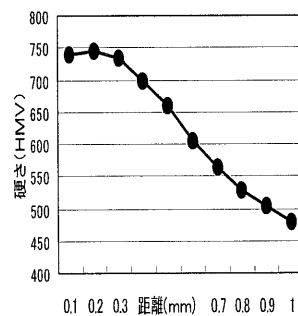
処理品 ピニオンギヤー
 材料 SCM420H
 規格 表面硬さ HRC58~62
 浸炭深さ 0.6~1.0mm

熱処理条件



結果

表面硬さ HRC60~61.5
 硬さ分布 表面組織



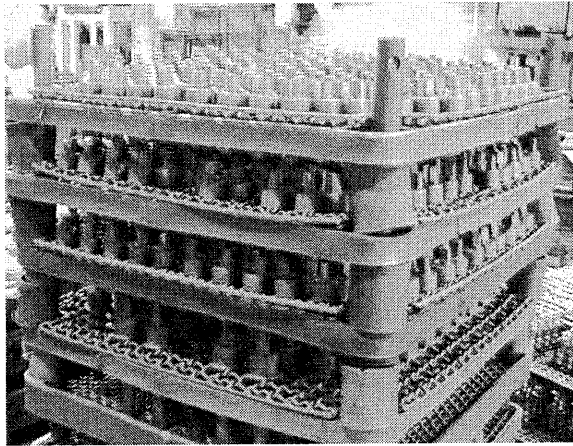


写真3 フィクチャー治具セット品

3. BBH型浸炭炉と全自動運転

BBH型炉は、処理品の搬入出に真空窒素パージを採用したことで、炉内の可燃性雰囲気ガスが直接空気と触れることが無い。また、気密構造の炉体は緊急時にも空気の流入が無く、窒素雰囲気のパックすることができるため、安全で、全自動運転に適した設備となっている。

また自動車産業では、トヨタ生産方式に代表される、フレキシブルでタイムリーな生産が要求され、これに合わせた細かな工程管理が、競争に勝つ大きな武器になっている。このような状況の中では、立ち上がりが速く雰囲気安定性の良いBBH型炉が、全自動監視システム（商品名“Famas”）と組み合わせることで、工場の部品加工ラインに合わせ熱処理工場をリアルタイムに操業でき非常に効果的である。

このことは、最近の自動車関連部品メーカーに採用されている熱処理設備に、この組み合わせが非常に多くなっていることからもうかがえる。

4. Famasによる自動運転

全自動監視システム“Famas”では、前加工の工程から無人搬送車等で送られてくる処理品を受取ると、処理品の受付、処理工程の選択、熱処理条件の設定等、自動的に工程登録する。登録された処理品は、一旦は自動倉庫等のストックヤードに保管され順番を待つ。順番がくると、選択された処理工程に従って処理が進められ、完成すると、製品の識別を含めて無人搬送車等で次工程に送られる。

図3には、Famasの工程フローを示す。

また、図4と図5には、工程監視と浸炭プロセス監視画面を示す。

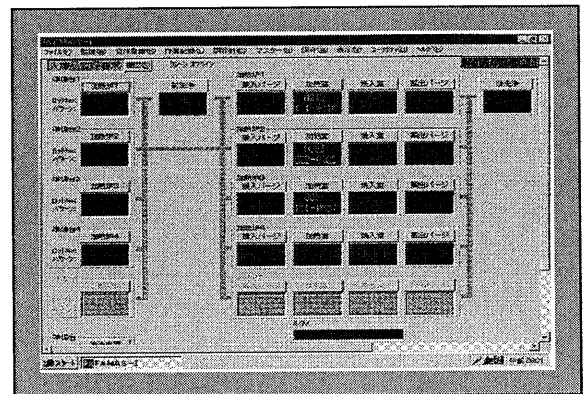


図4 Famas工程監視画面

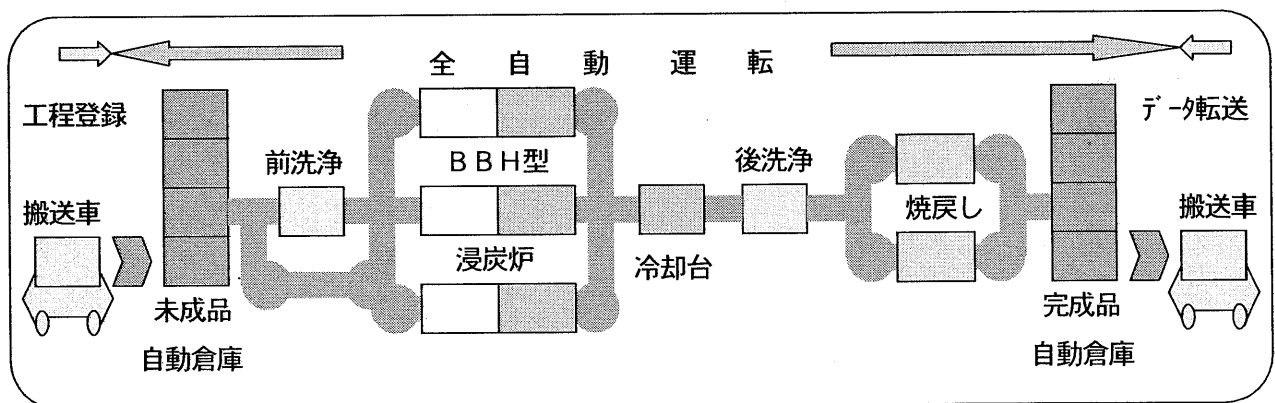


図3 Famasの工程フロー

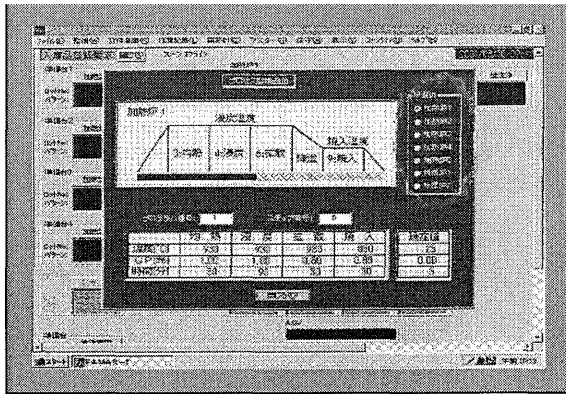


図5 Famasプロセス監視画面

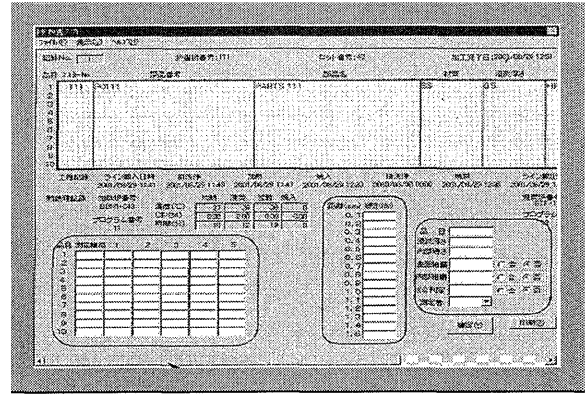


図7 浸炭処理データの記録の例

さらに、BBH型ではこのような全自動システムに対応して自動運転するばかりでなく、万一の異常に対して監視する、Famasの警報監視システムにも対応している。様々なセンサーやPLC等に検知された異常は、素早く異常箇所を警報画面で知らせると共に、安全方向に炉停止等の処置をする。勿論Famasを使った遠隔監視も可能としている。また、Famasでは、BBH型浸炭炉を始め、全自動で処理された工程の実績、浸炭処理のデータ等について保存し記録する機能も備えて、作業の実績管理をより確かなものになっている。

これらのことは、重要部品を大量に生産している自動車産業において、トレーサビリティを確保する上でも重要なことになっている。

図6には、警報及び工程とプロセスの遠隔監視システム図の例を、図7には、浸炭処理データの記録の例を示す。

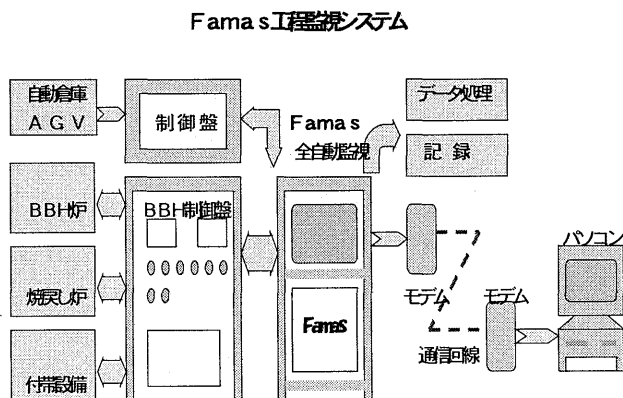


図6 遠隔監視システム図の例

5. BBH型と環境対策

BBH型浸炭炉では、精密熱処理による部品機能の向上で環境対策に貢献するばかりでなく、設備の消費するエネルギーや排出物でも、積極的に環境対策に取組み、多くの新技術を取入れた仕様を用意して、環境負荷を軽くしている。

燃焼排ガスの熱を回収し、燃焼用空気を予熱しながら燃焼を行う蓄熱型バーナー（リジェネ方式）の採用では、熱効率80%を達成し、従来型より20%以上の排ガス削減を可能にした。図8に蓄熱型バーナーを示す。

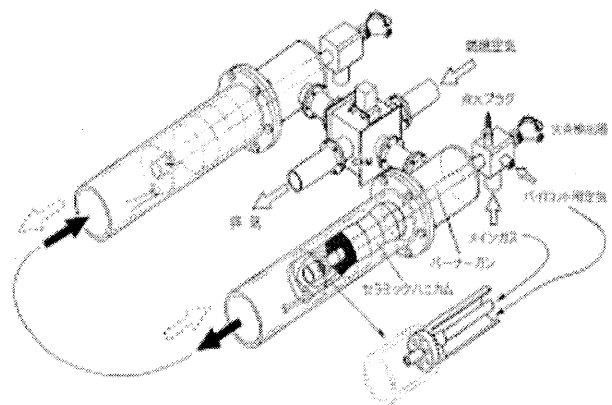


図8 蓄熱型バーナー

雰囲気排ガスの削減を目指した新滴注方式（アクセルカーボ）では、キャリアガスとなるアルコールの使用量を50%以上削減している。

真空窒素パージの採用と油槽のコントロールシ

システム改善は油の酸化劣化を抑え、焼入れ油の寿命を従来と比較して2倍にしている。また、シーズニングを不要にしたことで、これに要するエネルギーと雰囲気ガスも従来の20%以下となった。

一方BBH型では、これらの効果を含めて多くの環境対策が実現したことで、作業環境に対しても大幅な改善ができています。従来の、熱い、汚れる等のイメージは大幅に軽減された。

おわりに

熱処理はエネルギー多消費型の産業である。しかし熱処理によって生産された部品は、その品質の良し悪しによって、もっと大きなエネルギー消費に関係する。

今後、人類が益々発展して行くためには、環境に配慮し資源とエネルギーを極限的に有効利用することが避けられない。熱処理にとって、より高機能、高精度、高品質の製品を作り出すことと、限りなき省エネルギーとの取組みは、何処までも続くであろう。

そして、これらの要求に対し様々な試みがなされる中で、雰囲気熱処理の持つ特徴を最大限に活用したこれからの設備として、BBH型浸炭炉が大きな効果を発揮するものと期待する。

<参考文献>

- 1) 熱処理 38巻 5号 相原、犬塚
- 2) 金属プレス 1994. 6 村上
- 3) 計装 38巻 7号 小林