

環境に優しい表面硬化法・真空浸炭について

岩田 均 (いわた ひとし) (株)日本ヘイズ 取締役 営業部長

1. まえがき

浸炭という技術は古くからある固有の熱処理技術で0.2%程度の炭素をふくむ低炭素工鋼・低合金鋼に表面から炭素を拡散・固溶させ表面近傍の炭素量を高くして焼入れする方法である。この炭素原子は供給される媒体により3つの方法があり、A 固形浸炭では木炭・ドライコ等により一酸化炭素から、B 液体浸炭ではシアン化塩中加熱の炭素原子、C ガス浸炭では弱浸炭性ガス雰囲気中で加熱しエンリッチガス（炭化水素ガス）を更に付加された中での水性ガス反応から得られた。真空浸炭は今から35年前に炭化水素系（主にプロパン・メタン）の浸炭ガスを直接加熱室内に導入し鋼と反応させ炭素を直接鋼に固溶させる方法である。このプロセスの課題は浸炭品質を上げると煤が多く発生し設備メンテナンス費が増大することである。逆に煤を低減すると投入量が落ち生産量が確保できないという問題があった。

アセチレンガスを利用した真空浸炭法は今から10年前に発表した新しい浸炭技術であった。当時適用範囲は自動車部品中心であったが、その後直動軸受部品等の分野に適用され始め建機部品、工作機械部品、熱処理加工業等に使用されている。最近ではその立上げ、立下げの容易さから海外の工場でも稼働中で、当社においても国内契約の後海外工場に設置される例が少なくない。真空浸炭プロセスの特徴は従来の真空浸炭技術（当社製）と同様、製品が一定の浸炭温度に到達すると（均熱完了）炭化水素ガスのアセチレンをごく微量炉内に導入し浸炭が終了すると真空拡散が進行し、焼入れ加熱温度まで降温し油焼入れする方法である。最近二酸化炭素発生による温暖化対策が課題となっている昨今改めて注目されている真空浸炭炉のプロセスの特長及び量産炉として現状について解説する^{1)~3)}。

2. 真空浸炭の特長

真空浸炭の主たる特長は下記にまとめられる

- ① 高温短時間処理が可能
- ② 表面異常酸化層がなく美しく仕上がる
- ③ 複雑な形状・他トマリ穴/細穴等に対し優れた品質が得られる
- ④ 再現性に優れ、最適条件を決めると同じ条件下で同一の品質が得られ、炉気の制御が不要で操作が簡単である
- ⑤ 作業環境・地球環境にやさしい

特に最近東南アジアだけでなく米国・欧州においても稼働中の真空浸炭炉の特長について細部を事項に記す。

2.1 真空浸炭の高温短時間処理

アセチレン真空浸炭によれば浸炭ガス導入期には状態図により固溶する炭素濃度まで浸炭されその後の真空拡散により浸炭層の炭素濃度を制御する方法で操業される。浸炭温度及び浸炭ガス導入時間と拡散時間にて目的とする表面炭素量と浸炭深さが得られるのが真空浸炭の特徴である。そこで浸炭温度を上げれば浸炭時間を大幅に短縮することができるはずで、経済的に浸炭を行うことができる。(図1) ガス浸炭において浸炭温度は最大でも950℃程度であるが、真空浸炭炉の炉構造は通常の真空炉と同等であり1100℃まで耐えうる構造となっており、より高い浸炭温度を自由に選ぶことができる。真空浸炭における操業条件設定は下記の基本式により求められる。要求する浸炭深さを与えれば浸炭時間・拡散時間が自動的に求められる。真空浸炭では設備的には高温浸炭が可能となったが、鋼材の結晶粒の成長・粗大化の問題があり現実的には900-930℃で真空浸炭されている場合が多い。代表的な操業熱処理条件を図2に示す。同じ硬化層1.0mmを得るため浸炭温度を変えて浸炭時間（浸炭+拡散）がどの程度短縮できるかを図3に示す。浸炭温度を上