

# カーボンニュートラル実現に向けた 高周波熱処理の取り組み

三 阪 佳 孝\*

## 1. はじめに

高周波熱処理は、周波数が高い電力を用いた誘導加熱 (IH: Induction Heating) を焼入れ、焼戻し、焼鈍等の加熱に使用する熱処理で、浸炭焼入れ、窒化と並ぶ代表的な「表面熱処理法」として知られており、加熱面の特徴である ① 急速短時間加熱、② 表面加熱、③ 部分加熱を活用した表面硬化、表面圧縮残留応力の付与、組織微細化により、機械部品の疲労強度、耐摩耗性、靱性の向上に役立っている。また、昨今、日本を含む世界中で地球温暖化防止に向けた CO<sub>2</sub>・低炭素社会の実現に

向けた動きは加速している中、熱処理設備、技術にも地球環境への優しさが要求され、熱処理業界でも低炭素社会を目指して CO<sub>2</sub> 排出量の低減、省エネルギー・省資源化が推進されており、その中でクリーンな電気エネルギーを用いる高周波熱処理は、図 1 に示すように、各種表面改質処理より CO<sub>2</sub> 排出量が少なく、熱効率もよく、部品の小型化・軽量化・低コスト化に役立ち、W-Eco<sup>®</sup> (Ecological & Economical) 熱処理としても注目されている<sup>1)</sup>。

以下、当社の低炭素社会に向けての取り組みと最近の IH 技術の進化について紹介する。

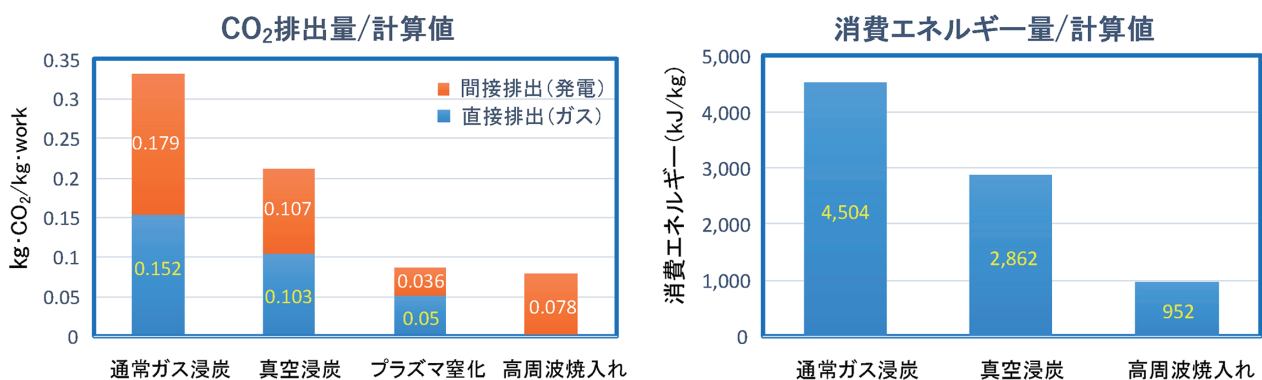


図 1 各熱処理の CO<sub>2</sub> 排出量及び消費エネルギー

\* 高周波熱錬株式会社 執行役員 研究開発本部 本部長 Y.Misaka 連絡先 E-Mail : misaka@k-neturen.co.jp



# カーボンニュートラルに向けた熱処理屋の取り組み

武本 慎一\*

## 1. はじめに

2050年カーボンニュートラル達成の政府目標が掲げられ、熱処理業界においてもCO<sub>2</sub>削減に向けた様々な取り組みが進められている。

本稿では日々の工場操業の中でエネルギーを消費、CO<sub>2</sub>を排出している需要者側の立場に立って現在取り組んでいる事例について紹介する。

図1にカーボンニュートラルに向けたCO<sub>2</sub>削減取り組みのイメージ図を示す。

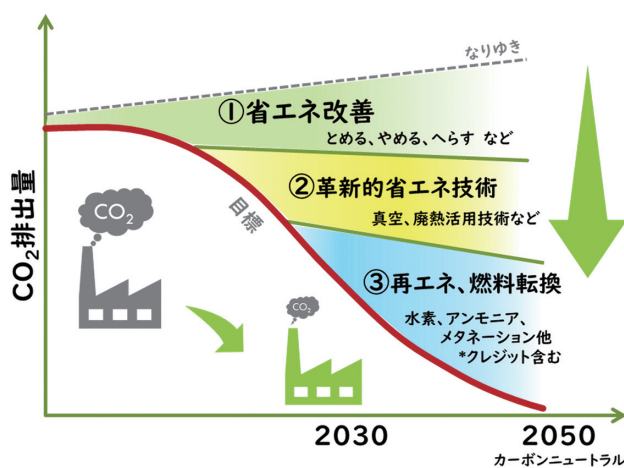


図1 CO<sub>2</sub>削減取り組みイメージ

現状を把握すればするほど目標とのギャップの大きさを認識するが、まず進めるべきは日常的な省エネ改善の推進である。我々も現場目線での改

善の積み上げを愚直に進めている。

こうした日々の活動に加えて新たな省エネ技術の開発、導入も進めている。同時に再生可能エネルギーの導入促進やCO<sub>2</sub>を排出しない水素やアンモニアなど、来るべき新たな燃料転換の時代を想定した技術開発も進められている。

## 2. 日常改善、省エネの取り組み加速

とめる、やめる、へらす、さげるといった切り口で基本に立ち帰り、ムダを見つけて対策を打つ、このサイクルを継続的に回していく。例えば工場内空調設備の適正管理や空圧系統からのエアリークの最小化など、現場と一体となった日々の現場管理、改善活動が重要となる。その他、熱処理現場での具体的な取り組みの一例を紹介する。

### 2.1 パイロットバーナの電化

雰囲気熱処理炉では処理品の装入、排出時に扉を開閉する際、火炎を焚いて空気の侵入を防止している。この火炎の着火源として小型のパイロットバーナを安全のため、常時燃焼させている。これを小型の電気ヒータに置き換え、扉開閉時のみの間欠運転とすることでバーナ燃料を削減できる。標準的なバッチ炉に適用した場合、年間で約20トン/年・基のCO<sub>2</sub>削減につながる。

\* DOWA サーモテック株式会社 技術管理部 部長 S. Takemoto

# 高周波熱処理という選択肢

## ～カーボンニュートラル社会へ向けた加熱装置～

今増 寿尚\*

### 1. はじめに

昨今、世界中で地球温暖化の影響と思われる異常気象が発生しており、温室効果ガス削減に向けて各業界で取り組みが行われている。金属熱処理の分野では金属を加熱しなければならず、従来の方式からの見直しにより、温室効果ガスの排出抑制・カーボンニュートラル社会へ向けた金属加熱方式への転換が必要とされる。

そこで高周波熱処理では熱効率の良さから省エネルギー効果が期待され、炉加熱からの転換を検討されているメーカー様からの問い合わせが増加している。今回の紹介では、高周波誘導加熱のメリットをはじめ、採用に躊躇<sup>ちゅうちよ</sup>してしまうデメリットも弊社独自の技術開発により克服する方法について述べる。

これからの金属熱処理の加熱方式として、高周波誘導加熱が選択肢の一つとして検討・採用いただければ幸甚である。

### 2. 高周波誘導加熱のメリット・デメリット

高周波誘導加熱は他の加熱方式と比べ、以下の点でメリットがある。

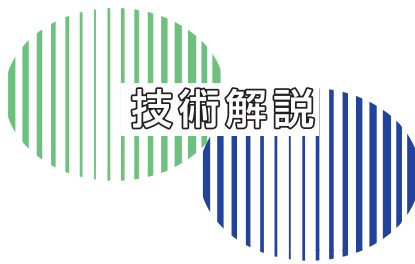
- ・直接加熱なので、熱効率が良い
  - ・ワークの全体加熱以外に部分加熱も可能
  - ・設備の自動化やインライン化が容易
  - ・熱サイクル設定の自由度が大きい
- などが挙げられる。

一般的な炉加熱は間接加熱であり、ワークと炉内の雰囲気<sup>きうき</sup>を加熱していくが、高周波誘導加熱の場合、ワークそのものを加熱するため省エネルギー効果が期待できる。また、加工部品の機能上、全体的に加熱が必要ない場合は、熱処理が必要な部分のみを加熱することも可能である。設備の自動化・インライン化については、加工ワークを1個流しできるというメリットがある。これは生産数に応じて、使用エネルギー量が調整できることを意味しており、生産数が少ない場合に効果が大きいと予想される。熱サイクル設定の自由度については、高周波誘導加熱の加熱因子として周波数・出力電力・加熱コイル形状などを適切に組み合わせることにより、加熱の調整代が多いのも特徴である。

一方、デメリットは以下の点である。

- ・加熱コイルの汎用性が乏しい
- ・加熱の調整代が多い分、わずかな条件変動でも

\* 電気興業株式会社 H. Imamasu 連絡先 E-Mail : h-imamasu@denkikogyo.co.jp



# 脱炭素社会実現に貢献する熱処理設備

木 立 徹\*

## 1. はじめに

昨今、様々な分野でカーボンニュートラル、脱炭素達成に向けた活動が活発になっている中、熱処理においても様々な取り組みが検討されている。実際このような省エネに対する取り組みは既に熱処理現場で行われており、実作業に取り入れられているものも少なくない。以下、弊社が進めている熱処理を取り巻く環境を考慮した熱処理設備を紹介する。

## 2. 表面熱処理における雰囲気制御

浸炭や窒化に代表される表面熱処理において安定した品質を得るため雰囲気は最も重要な因子の一つである。後述するガス浸炭や真空浸炭、ガス窒化やガス浸窒などあらゆる表面硬化熱処理において雰囲気制御は不可欠である。

ガス浸炭では以前より雰囲気内の二酸化炭素や水分、酸素、あるいは一酸化炭素などを測定し、処理品表面において一定の炭素濃度を制御するため様々な方式が用いられてきた。特に写真1に示す固体電解質であるジルコニアを素子とした酸素センサを用いて、雰囲気中の酸素分圧から雰囲気炭素濃度を算出し制御する方法は、簡単且つ精密

なため広く使用されている。また、最近ではガス窒化においても雰囲気制御の重要性が認識されつつある。ガス窒化における窒素源であるアンモニアは、高熱の炉内において窒素と水素に分解される。その水素を測定することにより、炉内雰囲気の窒素ポテンシャルを算出することができる。写真2に熱伝導度式水素センサを示す。熱伝導度式水素センサは対応する温度域が広く、雰囲気に対する高い耐久性を有するため、ガス窒化の他、ガス浸窒、真空浸炭など幅広い応用が可能である。



写真1 酸素センサガス浸炭用(左) 写真2 水素センサガス窒化用(左)  
真空浸炭用(右) 真空浸炭用(右)

\* オリエンタルエン지니어リング株式会社 研究開発部研究室

# 高周波焼入れにおけるIoT基盤 FD-iOT (エフディオット) の取り組みについて



柳 康 裕\*

## 1. はじめに

脱炭素。製造業において取り組むべき課題であり、世界的に年々優先度が上がっている。工業炉においても例外ではなく、脱炭素化、カーボンニュートラルはお客様に採用していただく重点要素となっている。

富士電子工業株式会社(以下、当社)においても環境メリットを最大限活かすべく、二方面からアプローチしている。

- (1) 高周波誘導加熱による焼入れ装置自体での脱炭素
- (2) 焼入れ装置のIoT化による脱炭素

今回の主題は(2)であるが、ここでは(1)について軽く触れる。

当社焼入れ装置自体での脱炭素への貢献について述べる。

- ① 熱源は電気だけ ～ 使用時に排出するCO<sub>2</sub>削減～

高周波誘導加熱は熱源が電気のみで、使用時に排出するCO<sub>2</sub>はゼロである。

熱源がガスの炉やバーナーによる加熱方式と比べるとCO<sub>2</sub>削減への貢献は大きい。また、同じ

高周波誘導加熱であっても、真空管式、サイリスタ式から現在のトランジスタ式発振器へ更新すると、消費電力量が減るため、実質CO<sub>2</sub>を削減することにつながる。

- ② 短時間で必要な箇所のみ加熱 ～ エネルギー利用効率が高い～

ワークが自己発熱する高周波誘導加熱は、短時間で必要な部分のみを加熱することができ、雰囲気加熱する燃焼炉と比べて、エネルギー利用効率が非常に高い熱処理方法といえる。ワークの部分的な硬化や大物製品の表面硬化の場合は、さらにその効果が大きくなる。

さらに、高効率なトランジスタ式の発振器を使用することで、エネルギーロスによる電源内の発熱を抑え、機器冷却に必要なエネルギーと冷却水を節約することも可能である。

次項以降、当社が取り組む焼入れ装置のIoT化、FD-iOT (エフディオット) について述べる。装置自体の効果にプラスアルファすることができる。

## 2. サービス概要

FD-iOTはお客様の高周波焼入れ装置に関するデータの瞬時値だけでなく、過去の履歴や経緯を

\* 富士電子工業株式会社 システム開発室 室長 Y. Yanagi 連絡先 E-Mail : yasuhiko\_yanagi@fujidenshi.co.jp



# オイルクエンチ用途 C/C コンポジット材料の開発

尾藤 信吾\*  
富田 修平\*\*  
町野 洋\*\*\*

## 1. はじめに

炭素繊維強化炭素複合材料(以下、C/C コンポジット)は、軽量、高強度、高弾性などの特性を有するため、エレクトロニクス関連、環境エネルギー関連、一般工業炉関連などの幅広い分野で使用されている。なかでも、C/C コンポジットにより構成される熱処理用治具は、軽量であり、変形し難いなどの点で、金属製治具より優れている。そのため、ロボット搬送などが必要とされる熱処理用途において、使用が拡大しつつある。

このような熱処理用治具を用い、被処理物(金属製品)の特性を改善することを目的として、様々な熱処理が行われている。特に、硬度を高める目的として、1000℃程度に加熱後、急冷する焼き入れ処理が広く行われている。急冷する方法としては、気体による急冷(ガスクエンチ)や、油による急冷(オイルクエンチ)などが知られている。オイルクエンチの場合は、熱処理用治具を構成するC/C コンポジットに油がしみ込んでしまうという問題がある。この際、洗浄工程では完全に油を除去することができず、焼き入れ後の焼き戻し工程や次回の焼き入れ工程の加熱の際、C/C コンポジット中に残留した油による油煙の発生や、被処理物の着色など、製造環境や被処理物の品質に悪影響を及ぼすことがある。

このような油のしみ込み対策として、C/C コンポジットに有機物を含浸させて炭素化する方法や、CVI(化学気相含浸)法や熔融Siを含浸することにより気孔を減少させる方法等がとられているが、それらの方法では、油のしみ込みを十分に低減できないという課題がある。

そこで本稿では、油のしみ込み量を減少させるために気孔率と油のしみ込み量の関係性に着目し開発を行ったオイルクエンチ用途C/C コンポジット材料について紹介する。

## 2. 試験方法

### 2.1 試料作製

まず、基材となるC/C コンポジットには一般的に良く知られている2方向に炭素繊維を配向させたクロスを用いてプレス成形、焼成、緻密化した2D-C/C コンポジット材料(以下、2D材、2-Directional)と炭素繊維を一方向に配列させ成形、焼成、緻密化したUD-C/C コンポジット材料(以下、UD材、Uni-Directional)を調製した。UD材については、炭素繊維体積含有率(Vf)を変化させた複数の基材を調製した。さらに各基材となるC/C コンポジットにピッチ含浸やCVI法等による処理を組み合わせた試料を作製した。

---

\* 東洋炭素株式会社 生産本部 CC 素材製造部 部長 S. Bito  
\*\* 同 同 同 CC 技術グループ グループリーダー S. Tomita  
\*\*\* 同 同 副本部長 H. Machino

# カーボンニュートラル関連設備のご紹介 ～ 水素関連設備・CO<sub>2</sub>回収装置 ～

福永 峻之\*

## 1. はじめに

日本政府は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロとし、カーボンニュートラルの実現を目指すと宣言した。カーボンニュートラルの実現に向け、さらなる技術革新や地域での脱炭素モデル構築を目的とし、省庁等による大規模な補助事業が実施されており、国を挙げて脱炭素の取り組みが進められている状況である。

当社でも2021年に「環境ビジョン2050」を制定し、当社グループ全体で2030年度にGHG(Green House Gas：温室効果ガス)排出量を30%削減(2020年度比)とする目標を掲げて取り組みを進めている。

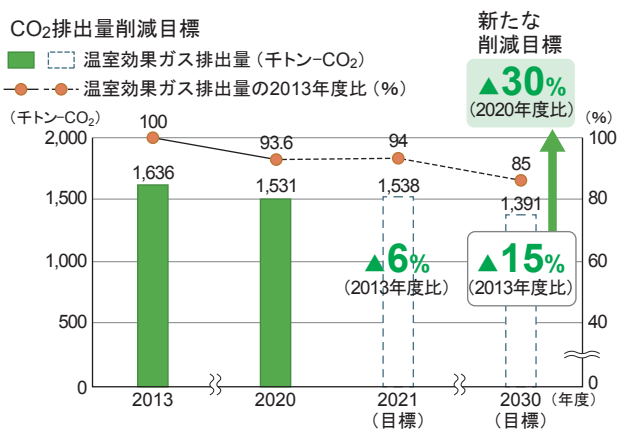


図1 当社CO<sub>2</sub>排出量削減目標

当社は1929年の創業以来、日本のものづくりにかかすことができない産業ガスや命の現場を支える医療用ガスの製造を祖業とした産業ガスメーカーである。当社で取り扱う産業ガスの内、水素ガス、炭酸ガスについては製造、精製、貯蔵、輸送といった一連の保有技術を核に、産業分野のユーザーを中心に供給を行っている。水素は燃焼時にCO<sub>2</sub>を排出しないガスであり、調達・貯蔵・利活用について、国を挙げた取り組みが進められており、注目を集めている。炭酸ガスについては分離回収の分野が注目されており、最近では、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のグリーンイノベーション基金事業で大規模に技術開発が進められている分野の1つである。

本稿では、脱炭素に貢献する当社の水素関連設備・CO<sub>2</sub>回収装置について紹介する。

## 2. 水素供給設備のご紹介

当社は産業ガスメーカーとして、水素ガスの製造・販売事業を展開している。また全国各地に水素ガスの製造拠点を有しており、ユーザー毎の用途・使用量に応じてシリンダ、カードル、トレー

\* エア・ウォーター株式会社