

工業加熱

INDUSTRIAL HEATING

2021/9 VOL.58 NO.5

通巻 347 号 隔月刊・奇数月発行

技術解説

- 冷却技術を省みて
- 熱処理知識向上のための基礎講座
(第三報)
- 金属材料の断面組織観察と元素分析の
基礎と応用 その2
～工業炉をより効果的に使用するための
ヒント～
- 近赤外線熱的・光学的特性を活用した
新伝送加熱方式

カーボンニュートラル

- 誰でも作れる超小型電気自動車 (EV)
の製作

技術解説	冷却技術を省みて	元 同和鉱業株式会社 内藤 武志	1
	熱処理知識向上のための基礎講座（第三報）	関東冶金工業株式会社 神田 輝一	5
	金属材料の断面組織観察と元素分析の基礎と応用 その2 ～工業炉をより効果的に使用するためのヒント～	東海大学 宮沢 靖幸	11
	近赤外線の熱的・光学的特性を活用した新伝送加熱方式	株式会社サーモ理工 遠藤 智義	24
カーボンニュートラル	誰でも作れる超小型電気自動車 (EV) の製作	群馬大学大学院 松村 修二	29
JIFMA SDGs	日本工業炉協会の SDGs への取組み		36
温故知新	寛治に訊け！ 「SI 単位」とは何ね？	下川 寛治	37
千思万考	世界の燃焼技術史 ～第5回（前編）～	仲町 一郎	43
情報	PCB 含有電気工作物について	一般社団法人日本工業炉協会 高橋 良治	51
閑話休題	【産業史に学ぶ】 5. 覇権争奪戦のゆくえ (3. 11 ～コロナ禍)	前田 章雄	55
回想山脈	山ものがたり 第5回 友と満喫した山梨の山 ...	末吉 菊次郎	60
サーモテック 2022	出展者募集中		63
連絡	記事募集のご案内		64
	協会通信		66



冷却技術を省みて

内藤 武志*

1. はじめに

鉄鋼材料の冷却には、目的によって種々なる方法がある。ここでは焼入れによる冷却を取り上げるが、塩浴による冷却及び気体による冷却は除き水冷及び油冷について述べることにする。

鋼を高温に加熱し、冷却すると部品の (1) 寸法が変わる場合と (2) 姿形が変化する場合とがある。(1) は主として伸び、縮みすなわち膨張、収縮が起因するものである。(2) は曲がりやねじれなどの形状が変わることであり主として極度な冷却ムラが起因するものである。もちろん(1)は(2)に含まれる。焼入れによって起こるこれらの現象をここでは「焼入れ変形」と呼ぶことにする。ここでは「焼入れ変形」に注目しそのバラツキを小さくするための一方策を述べる。

2. 冷却技術のこれまで

福井県の武生、岐阜県の関ならびに兵庫県の三木などで刃物の製造に見る如く、昔は鋼をオーステナイト化し、その後の冷却は水による冷却であった。冷却速度を変えるために水の温度は秘伝であった。また「とのこ」の塗り方なども冷却速度を変える手段であった。確証はないが、昭和13年ころ建造された戦艦大和の装甲板は浸炭処理さ

れ、その後の冷却は空冷と推測される。その理由は装甲板の厚さが430cmであったこと、当時の日本の浸炭鋼よりも焼入れ性に優れた化学組成をドイツのクルップ社から輸入した。しかし、十分硬化しなかったことより日本はより焼入れ性の良い材料に改良したことによる。空冷か衝風冷却かと推測される。

昭和20年以降は、京都大学名誉教授であった田村今男先生¹⁾の冷媒としての油の研究が行われ、その後今日に至るまで関係企業の努力により優れた焼入れ用油が開発されるに至った。焼入れ時に冷媒として、油を使用することは冷媒として水を使用することに比べると明らかに、油は水よりも(1)冷却が遅い(2)均一な冷却になりやすい。

それなりの焼入れ性を有し、C.C.T. 曲線のノーズ(nose)にかからずマルテンサイト生成域を緩慢に冷却する方法が定着している。具体的には冷却能に優れた冷媒である油を用いて、油槽の温度は高め、攪拌は弱めにすることが、均一な冷却につながりかつ、マルテンサイト生成域を緩慢に冷却することが変形及び焼割れ対策の常套手段となった。一方、焼入れ性に富む材料は合金元素を一般に含むので、含まない材料に比較して高価である。また、冷媒である油も後洗浄が必要なこと、

* 工博, 技術士 元 同和鋳業株式会社 サーモテック事業本部副本部長 T.Naito 連絡先E-Mail: naito.office@gmail.com

熱処理知識向上のための基礎講座 (第三報)

神田 輝一*

1. はじめに

鉄は奇跡の金属といわれている。なぜなら変態(トランスフォーメーション)があるからである。変態の詳細については第一報¹⁾で解説したが、鋼は変態を利用した熱処理により変幻自在に性質を変化させることができる。これが奇跡の金属の由縁である。焼入れで硬くなるのは鋼だけである。

第二報²⁾では、一般熱処理の焼ならしと焼なましについて、加熱・冷却方法のルールと熱処理設備及び光輝処理の雰囲気を含め解説した。

今回の三報では、鋼の熱処理のなかで最も真骨頂を發揮する焼入れ、焼戻しについて解説する。

2. 焼入れ・焼戻し

焼入れ・焼戻しの目的は鋼を硬くし靱性や耐磨耗性を向上させる熱処理である。主に靱性を向上させる焼入れ・焼戻しは構造用鋼に用いられ、耐磨耗性を向上させる焼入れ・焼戻しは主に工具鋼に利用されている。焼入れ後は、必ず目的に合わせて150～650℃の範囲で焼戻しを行うことが必要充分条件である。すなわち、焼入れ・焼戻しは2つが一組となり鋼に機械的及び化学的特性を付加する熱処理作業である。

2.1 焼入れ

図1に焼入れ加熱温度域を示す。

構造用鋼として用いられる亜共析鋼ではA₃線から30～50℃高いオーステナイト域に加熱したあと急冷する。

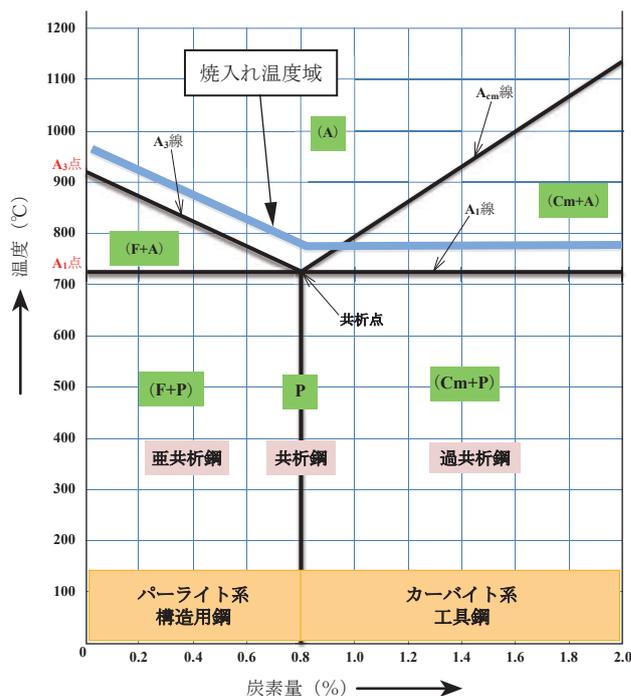


図1 焼入れ温度域

* 関東冶金工業株式会社 取締役 技術開発室 室長 (特命担当) K. Kanda

金属材料の断面組織観察と元素分析の基礎と応用 その2 ～工業炉をより効果的に使用するためのヒント～

宮 沢 靖 幸*

はじめに

前報¹⁾に引き続き、今回はマイクロ組織観察と元素分析の基礎について説明する。前報で解説したとおり、金属材料のマイクロ組織観察・解析は、製品の高機能化・高性能化、新技術開発、製品などの不具合解析を通して、最終的に生産性向上に繋がる重要な要素技術と理解されている。筆者は、ものづくりに関わる多くの技術者が理解すべき事であると常に考えている。

そこで、前報では、金属材料のマイクロ組織の定義を解説し、マイクロ組織観察用試験片の作製方法の詳細とコツを紹介した。マイクロ組織観察は重要な要素技術であり、金属材料を原子レベルで理解する事や三次元的な理解が必要である事を述べた。また、状態図の理解も重要であるが、今回の解説では誌面の都合上、割愛する。機会があれば解説したい。

本報では、金属材料のマイクロ組織観察法と元素分析法を紹介する。また、本報は、筆者が執筆した「教育講座 表面分析の基礎から応用(Ⅱ)」²⁾及び「教育講座 表面分析の基礎から応用(Ⅲ)」³⁾を加筆修正した原稿である。

1. 固体物質（金属やセラミックスなど）の表面観察と表面分析の基礎

前報では、金属材料のマイクロ組織に対する考え方と試験片作製方法について解説した。マイクロ組織観察では、観察結果の善し悪しは、観察用試験片作製工程で決定すると言っても過言ではない。一方、実際のマイクロ組織観察などでは、観察装置の特性や原理などをよく理解し、観察結果や分析結果を記録する必要がある。そこで最初に、光学顕微鏡(OM)や走査型電子顕微鏡(SEM)によるマイクロ組織観察について解説する。

1.1 試験片作製時に注意すべき点

観察場所の決定に関しては、個々のモノによって全て異なるので、ここで一般論を述べる事は難しいが、筆者の場合、観察すべき全ての断面(表面)を観察し、全断面から最も代表する場所を選定する。この際、観察結果から得られる情報によって研究目的が達成できるかを常に考える努力を忘れてはならない。即ち、観察結果をある程度予測し、マイクロ組織観察を行う事が必要となる。一方、系統的に多数の試験片断面マイクロ組織を観察・記録

* 東海大学 工学部 材料科学科 教授 Y.Miyazawa 連絡先 E-Mail : ymiyazawa@tokai-u.jp



近赤外線の熱的・光学的特性を 活用した新伝送加熱方式



遠藤 智義*

要約

近赤外線を金属材料に照射すると温度が上昇する。しかし透明材料では温度上昇をしないが可視光と同じ光学的現象を発現する。近赤外線が保有する熱エネルギーも光ファイバーと同様に光学的伝送が可能な現象はあまり知られていない。基本的な伝導、放射、対流とは異なる熱の伝送現象と言える。この特性を活用し開発した熱処理装置・赤外線導入加熱装置の仕組みと特徴、応用製品を紹介する。

キーワード：近赤外線，熱伝達の三形態，全反射伝送，超高速昇温，赤外線導入加熱

1. 赤外線の特性

1800年イギリスの天文学者 W. Herschel (1738～1822 人物写真) は太陽光線を観察中可視光スペクトルの外側に、目に見えない熱効果を持つ光・赤外線を発見した。

雨上がりの晴れた空に虹が見える、空中を落下しつつある水滴に太陽光が入射し、プリズムの原理により可視光線波長帯が分光し、赤、橙、黄、緑、青、藍、紫の7色の綺麗な虹となって人間の目に見える。この虹の赤の外周側に目には見えないが、熱を持った光赤外線(熱線)が存在する(図1)。太陽光を体に受けたとき暖かく感じるのは、この赤外線が人間の体に照射され熱を発生しているのである。

発熱特性を持つこの赤外線は波長帯によって近赤外線、中赤外線、遠赤外線と分類される。赤外線は人工的にも発生可能でその用途は、近赤外線



William Herschel 肖像画
(WIKIPEDIA The Free Encyclopedia)

は主に新素材等の熱処理、中赤外線は計測、遠赤外線は、暖房、調理、食品・材料の乾燥、医療等に利用されている。

* 株式会社サーモ理工 代表取締役 T.Endo 連絡先 E-Mail : tendo@thermo-r.co.jp

PCB 含有電気工作物について

高橋 良治*

■ 概要

PCB (ポリ塩化ビフェニル) とは、難分解性で慢性毒性を有する化学物質である。昭和 43 年のカネミ油症事件を契機にその毒性が社会問題化し、1972 年以降製造中止となった。

PCB は、いったん環境中に放出されると、分解しにくく、北極等を含め地球規模で移動し、人や生態系に影響を及ぼすことが知られており、また、異性体の一部のコプラナー PCB はダイオキシン類の一種であり毒性が高いなど、環境汚染の観点からは極めて課題の多い物質である。このため、ストックホルム条約の対象物質として位置づけられ、廃絶に向けて国際的に取り組まれている。

国内外で PCB の漏えいや紛失事案が多数発生したことがあり、また、欧米等では PCB 廃棄物の処理過程等からも環境中に放出されている事例が報告されている。先進国、途上国を含め、環境中への放出防止対策が重要である。

わが国においては、1972 年までに PCB の製造が中止されたにもかかわらず、わが国の環境中で

は、依然として広範な地点で PCB が検出されている。国内には未だに極めて多くの事業場で PCB 廃棄物が保管されており、今なお全国的に環境汚染のリスクとなっている。既に 40 年近く保管され続けている機器も多く、機器の老朽化により、保管現場において漏えいが発生したり、紛失したりする事案が発生している。また、東日本大震災においては、津波により 200 台程度のトランスやコンデンサが流出している。

2001 年、PCB の適正な処理の推進に関する特別措置法 (PCB 特措法) が制定された。これにより、国が中心となって、立地地域の関係者の理解と協力の下、高濃度 PCB 廃棄物の処理を行うことができる JESCO (中間貯蔵・環境安全事業 (株)) の事業所が全国 5 か所に整備され、稼働中である。事業所ごとの処分期間は事業所立地自治体との合意により設定される。しかし、2021 年現在、JESCO に処分委託しない事業者や、未だ使用中の高濃度 PCB 使用製品が存在し、期限内の高濃度 PCB 廃棄物の確実な処理の達成が危ぶまれる状況である。

* 一般社団法人日本工業炉協会 事務局長 R. Takahashi