

過熱水蒸気を利用した金属資源 リサイクル技術について

齊 藤 陽*

1. はじめに

近年の目まぐるしい技術革新と、それに伴い循環型リサイクルの在り方が徐々に変化してきている中で、既存技術だけではなく、新規開発技術や今後市場ニーズ（SDGs や低炭素社会）が高く、大きな発展が期待されているのはリサイクル分野である。特に昨今、金属価格が急騰している状況も相まって、資源の水平リサイクル率の向上や廃棄物の資源化を目指した資源循環型社会への適用が強く求められている。

本稿では、金属資源リサイクル技術として、弊社特許技術である過熱水蒸気を利用したシステム・設備を紹介する。

従来、過熱水蒸気は発電の蒸気タービン用途や食品業界（滅菌・殺菌や乾燥・焼成加工）に用いられる事が一般的であったが、弊社は2004年に基礎研究・開発を開始し、2006年には過熱水蒸気と工業炉技術と組み合わせた過熱水蒸気システムを構築し、拡販展開している。

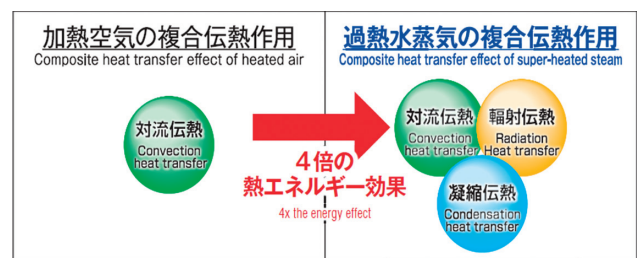


図1 過熱水蒸気の熱伝達効果

2. 過熱水蒸気（Super-Heated Steam）とは

過熱水蒸気とは、飽和水蒸気をさらに加熱して得られる水蒸気ガスのことであり、大気圧では100℃よりも高い蒸気を指す。その特徴として、① 熱風と比較して容積当たり4倍の熱エネルギーを有し、対流・輻射・凝縮の複合伝熱により急速加熱・乾燥が可能（図1）、② 過熱水蒸気中では極低酸素雰囲気となるため被処理物への酸化抑制効果が得られる等が挙げられる。

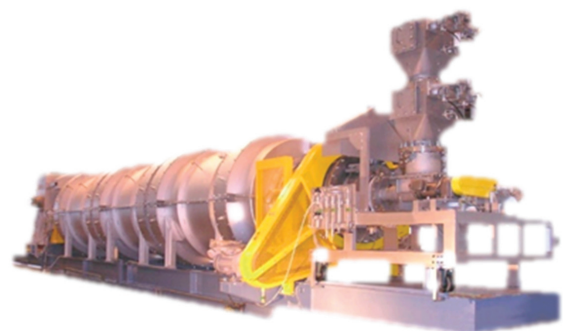


図2 過熱水蒸気式 ロータリーキルン設備

* 株式会社タナベ 東京本部 ヒートシステムグループ 課長 A.Saito 連絡先 E-Mail : akira-saito@tanabe-co.co.jp

X線回折を利用した鉄鋼材の硬さムラ 測定技術とその活用事例

河合 元基*
鈴木 宏保**

1. はじめに

硬さ評価は、金属加工において欠かせない評価のひとつである。硬さ試験方法には、ロックウェル硬さ試験や、ビッカース硬さ試験が広く活用されている。これらは、圧子を材料に押し当て圧痕を付けて計測している。試験工程としては、サンプルカット、樹脂埋め、表面の鏡面磨き、平行だしなどの下準備が必要である。本試験方法は、ポイント計測である。また、研削・研磨焼け（硬さ低下）などを全面的に見る方法（エリア計測）として、ナイトールエッチング試験という方法がある。これは、硝酸にエタノール混ぜたナイトールという溶剤を使用し、金属を腐食させる試験方法で、サンプルの洗浄、エッチング、評価、洗浄の工程を伴う。ナイトールエッチングは、人の目で縞模様（研削焼け部位）を判断する官能検査であり、試験に時間を要する。破壊試験のため試験サンプルの廃棄や、検査者によるばらつきも起こりうる。

近年、X線回折を利用した硬さムラスキャナが開発され、鉄鋼材料の金属機械加工時に発生する硬さムラ（金属組織の異常部）を非破壊・非接触、短時間で検査できるようになった。

本稿では、まず硬さムラの発生過程や疲労特性へ及ぼす影響を概説する。次に、硬さムラスキャナで採用している、X線回折から硬さを求める手法について概説する。そして、硬さムラスキャナの活用事例についても紹介する。

2. 硬さムラ発生過程と疲労特性への影響

金属加工品のほとんどは、熱処理や機械加工工程を経て製作される。様々な金属を加工していく中で、熱の入り方の違いや加工で生じる熱により、製品の所々で硬さに違いが出てくる。金属加工工程の一例を図1に示す。金属加工には、機械加工や塑性加工、熱処理、表面処理がある。金属の硬さが変わる主な原因は、熱処理条件によって異なる。例えば、鉄を硬くする方法として、800～950℃ほどに鉄を熱して急冷する熱処理の「焼入れ」という方法がある。熱処理では、炉に入れ



図1 金属加工工程

* パルステック工業株式会社 営業部 M.Kawai 連絡先 E-Mail: mkawai@pulstec.co.jp

** 同 同 H.Suzuki

異方性炭素繊維不織布を使用した C/C コンポジット

長尾 博孝*

1. はじめに

複合材料とは2種類以上の素材を組み合わせ、それぞれの特性を持たせた材料である。炭素繊維にて強化された複合材料は、樹脂を炭素繊維で強化したCFRPに代表されるようにスポーツ用品、航空・宇宙分野、自動車部品等、様々な分野で活躍している。弊社は黒鉛を炭素繊維にて強化したC/Cコンポジットの専門メーカーであり、様々な形態のC/Cコンポジットを製造販売している。すでに本誌に製法の詳細および製品例を紹介したが^{1,2)}、その概要を振り返るとともに、6月開催されたサーモテック2022展にて発表した新素材について紹介をする。

2. C/C コンポジットとは

黒鉛を炭素繊維で強化した複合材料であるC/Cコンポジットは、1960年代に航空宇宙・軍事用途の高強度耐熱部材として開発された。開発当時のキロ単価10万円以上と比較し、現在は価格も下がり一般的な耐熱材料としては10年前と比較して普及しつつあるものの、一般産業分野における認知度はまだまだ高いとは言えない。複合材料の身近な例として鉄筋コンクリートがあげられるが、C/Cコンポジットは鉄筋が炭素繊維、コン

クリートが黒鉛に相当する。もともと脆く割れやすい黒鉛を炭素繊維で補強することで黒鉛の持つ耐熱性はそのままに、強度・弾性率を大幅に向上させた材料となる。

密度は鉄のわずか1/5であり、軽量・耐熱・高比強度、比弾性率の特長を生かして様々な分野への応用が期待される。

代表的なC/Cコンポジットの製造方法として、CVD法や樹脂含浸法、あるいはこれらの製造方法を組み合わせた方法が採用されてきている。

CVD法は炭素繊維間に炭化水素系ガスの熱分解炭素を蒸着させていく方法で、緻密で密度の高いC/Cコンポジットの作製が可能であるが、CVD装置が高価である等の理由から、一般産業用向けの製法としてはあまり採用されていない。

樹脂含浸法はCFRPを基材として、2000℃までの熱処理・樹脂含浸を繰り返す方法であるが、樹脂の残炭率が低く含浸・焼成を繰り返す必要が有る。弊社では炭素繊維を固めるバインダーとして樹脂の代わりにピッチ由来の高残炭率原料を用い、含浸・焼成の繰り返しを最小限におさえる方法を採用している。

* 株式会社 CFC デザイン 営業部 フェロー H.Nagao 連絡先E-Mail:h-nagao@cfc-design.co.jp

設備 AI ソリューション SMARTDAC+ 「設備・品質 らくらく予兆検知」の技術と活用事例

都 筑 純*
今村 吉宏**

要約：

SMARTDAC+ は、産業用レコーダ・データロガーとして様々な産業の生産現場や開発現場等において、温度や電圧をはじめとした多様なプロセスデータの表示・収集・記録に使われており、レコーダ市場では世界トップクラスのシェアを持っている。今回、AI 技術を利用することにより、熱処理炉などの生産設備の異常予兆検知や、装置で製造する製品の品質低下の予兆検知ができる「SMARTDAC+ 設備・品質 らくらく予兆検知」を開発した。その技術と活用事例を解説する。レコーダ・データロガーでの AI による異常予兆検知機能は、業界初となる。

1. はじめに

製造現場では、既存の設備を最適なコストで保全し、生産性を向上させ最大の利益を上げることが求められている。近年では、製造現場へAI 技術を導入し、解析ツールなどを活用することで、工場内の問題発生防止や、生産性向上につながる活動に注目が集まっている。

横河電機（以下、当社）は、石油、化学、鉄鋼、食品、薬品等の IA (Industrial Automation) 分野において培った豊富なドメイン知識をベースに、IA 分野に特化した独自の AI (人工知能) 技術を開発し、実践的な解析を数多く実施してきた^{1~9)}。これまで、多くのプラント・工場での設備異常予測解析や、原因特定解析、製品品質予測解析にお

いて機械学習技術などを活用したコンサルティングサービスで多くの実績がある。現在、これらの高度な AI 技術はお客様へのコンサルティングによって、新たな価値を生み出すソリューションビジネスとして展開されている。一方で、AI 技術の導入にはデータサイエンスなどの高度な専門知識が必要になり、技術面やコスト面で導入障壁が高くなっている。

そこで今回は高度な専門知識を必要とせず、ユーザ自身が簡単に AI 技術を利用し、現場に予兆検知システムを導入することができる「設備・品質 らくらく予兆検知」を開発した。「設備・品質 らくらく予兆検知」は、プラント全体ではなく、熱処理炉・滅菌機・加硫機など単一の装置に着目

* 横河電機株式会社 横河プロダクト本部 コントロールセンター エッジソリューション統括部商品企画部 J. Tsuzuki
【連絡先 E-Mail アドレス】 Jun. Tsuduki@yokogawa.com

** 横河電機株式会社 横河プロダクト本部 コントロールセンター エッジソリューション統括部商品企画部 Y. Imamura

熱処理管理の遠隔自動監視・操作システムの開発

川口 寛樹*

1. はじめに

弊社、熱産ヒート(株)は1975年の創立以来、熱のエキスパート集団として、電力業、鉄鋼業、造船業を主要顧客に持ち、各設備・プラントにおける溶接前後の現地熱処理工事並びに加熱装置機器類、各種工業炉の設計・施工・販売等を主要事業としている。

その中でも、火力発電所等での配管類の定期点検や新設時溶接後の熱処理工事(予熱・焼鈍)は、電気事業法に規定された法定作業となり、作業員目視による長時間にわたる温度監視と記録が義務付けられている。また、電力需要が下がる業界閑散期にこれら工事の発注が集中するため、多現場対応、特定の専任作業員への負荷集中、長時間労働が大きな課題となっていることから、現地熱処理工事に使用する高周波誘導加熱装置及び電気抵抗加熱装置のリモート化システムを開発した。その開発の一端を紹介する。

2. 開発概要

2.1 現地熱処理工事の具体的な作業工程

① 熱処理部に、図1に示す加熱装置、高周波加熱用コイル、電気抵抗加熱用ヒータ、温度測定用の熱電対を設置する。加熱装置と温度記録計は、工事箇所から離れた監視用仮設建屋内

に延長用出力線、補償導線を使用してまとめて設置する。これは1人の監視員が加熱装置と温度記録計を同時に監視するためである。

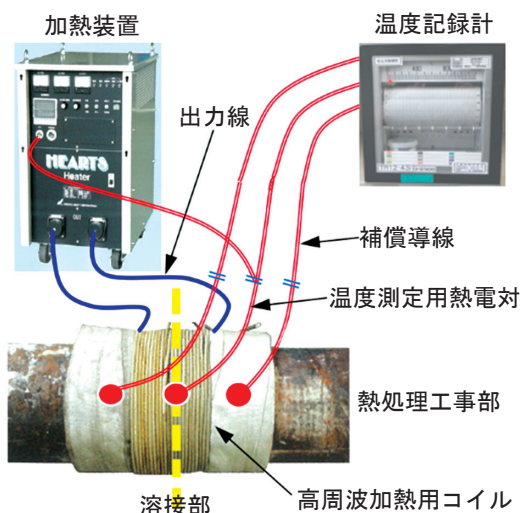


図1 熱処理工事用機器

② 機器設置後、熱処理工事として図2に示すステップ(A～E)を実施する。

ここで、ステップCは弊社担当ではなく、委託された溶接業者が実施することになる。

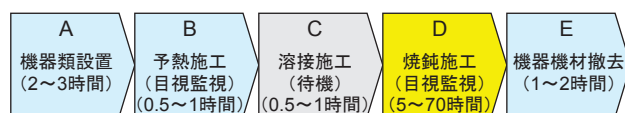


図2 熱処理工事ステップ

* 熱産ヒート株式会社 管理室 品質保証 主任技 H. Kawaguchi 連絡先E-Mail: info@nessan.co.jp