

連続式雰囲気炉 (オキシノン[®] 炉) によるアモルファス箔ろう材を用いたフェライト系ステンレス鋼のろう付



備前 嘉雄*

1. はじめに

今や自動車のエンジンに欠かせなくなっているのが、排気ガス浄化と燃費向上に役立つEGR (Exhaust Gas Recirculation, 排気ガス再循環装置)¹⁾ や排熱回収器²⁾ である。これらの装置はステンレス鋼をろう付した構造体で、これには耐熱性や耐食性に優れるニッケルろうが使用されている³⁾。ニッケルろうを使ったステンレス鋼のろう付では、真空炉を使った炉中ろう付が一般的である。EGRには低コストで高効率な製造プロセスが求められているため、真空炉に替わって、水素あるいは不活性ガス雰囲気で、しかもベルトコンベヤタイプの連続炉を使ったろう付が増えてきている。また、ニッケルろうに対しては、連続炉の耐久性向上の観点からろう付温度を下げる必要があるため、低融点で高耐食性の要求が強くなっている⁴⁾。更に、EGRを構成するステンレス鋼に関しては、低コスト、高耐食性の要求からオーステナイト系からフェライト系への切り替えが進んでいる⁵⁾。

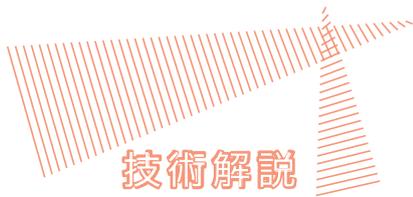
本稿では、ニッケルろうのひとつであるアモルファス箔ろう材の種類、製法、特長等を説明後、連続式雰囲気炉を使ったニッケルろう材によるステンレス鋼のろう付のこれまでの研究を概説し、最後に、オキシノン[®] 炉^{6, 7, 8)} を使ったアモルファス箔ろう材によるフェライト系ステンレス鋼のろう付の最近の研究成果を紹介する。

2. アモルファス箔ろう材の歴史

元来、ニッケルろうはその合金自体が硬くて脆^{もろ}く塑性加工ができないことから、箔、ワイヤー、棒等の形態として供給することができず、溶製した合金を粉砕する方法やアトマイズ法により粉末として供給するしかなかった。その粉末をバインダーと混合させたものがペーストで、ニッケルろうと言え、ペーストが一般的であった。

1970年代後半になって、アモルファス (非晶質) 構造を有するニッケル箔ろう材が開発された^{9, 10)}。ニッケルろうはNiを主成分として、Cr, Fe, Si, P, B等を含む合金であるが、たまたまこれが、ア

* 株式会社プロテリアル Y.Bizen 連絡先E-Mailアドレス: yoshio.bizen.bq@proterial.com



工業炉とDX

藤田 正樹*

はじめに

最近，“DX”，“SX”，GX”という表記をよく見聞きする。ここに出てくる“X”はトランスフォーメーション(Transformation)の略である。“DX”はデジタルトランスフォーメーション(Digital Transformation)，“SX”はサステナビリティトランスフォーメーション(Sustainability Transformation)，“GX”はグリーントランスフォーメーション(Green Transformation)の略になる。Transformationは、本来、変形、変化、変質、変換を意味するが，“DX”，“SX”，“GX”で使われているTransformationは「ビジネスや企業経営における事業構造・業務プロセスの近代化，変革」という意味である。

1. 第四次産業革命がもたらしたデジタル化の流れ

1700年以降，大きく分けて4つの産業革命があった。

最初の産業革命，すなわち第一次産業革命の発端は1700年代後半から1800年代前半にかけてイギリスで起こった蒸気機関を動力として産業の機械化が進んだことである。これにより，人や馬などの動物の力で行っていたことが，はるかに大きな力を生み出す蒸気機関にとって代わられる事で，作業の効率を大幅に向上させることに成功した。

第二次産業革命は1800年代後半にアメリカとドイツで興った電力の活用と化学技術の革新である。電力を活用した機械により物の大量生産が可能となった。また，プラスチックなど自然界にない新たな物質を合成できるようになり，人々の生活スタイルが大きく変わった。

その後，1900年後半になって，コンピューターが小型化され，安価に入手できるようになり，コンピューターを用いた機械の自動化ができるようになった。これにより，精密な加工と作業の大幅な効率化が進んだ。これが第三次産業革命とされている。

世界的規模の通信インフラとしてのインターネットが普及し，通信技術が大幅に発展するなかで，IoT(Internet of Things:モノのインターネット)と称されて工業製品をはじめとしたあらゆる「物」がネットワークに接続されるようになった。これが「インダストリー4.0」と呼ばれている第四次産業革命になる。インダストリー4.0の核となるキーワードが「スマートファクトリー」で，基礎となる技術がIoTをはじめ，ICT(Information and Communication Technology:情報通信技術)，AI(Artificial Intelligence:人工知能)である。IoTやICT，AIという技術を手段として使うことで，DXの実現が可能となった。

* 京都EIC株式会社 代表取締役社長 M.Fujita

分析ソリューション技術のご紹介

箭内 朋子*

1. はじめに

当社は、「水とともに産業・社会の発展を支え、人々を幸せに」の基本理念のもと、1970年9月設立以来、53年に渡る歴史の中で培ってきた水処理プロセス設計、水処理プラント設計、各種水処理薬品、水道建設工事、水質をはじめとする各種環境分析及び水道設備運転の技術力、商品力を基盤として、多様な環境ソリューションの提供に取り組み、お客様の環境負荷低減に貢献するとともに、美しい水の星である地球を守る環境経営を目標としている。

私たちの生活環境には多くの化学物質が存在している。化学物質の中には適正に管理しないと人の健康や生態系に有害な影響を与えるものが存在する。このため、工場では設備の適正運転や維持管理を行うことを目的とした適切な測定データの取得が必要である。分析ソリューション事業では、化学物質の適正管理、設備管理に貢献するために、分析測定技術を活用し、環境の健全性維持に努めている。

本稿では、当社が有する分析ソリューション技術を解説するとともに、工場の設備保全におけるトラブル解決に適用した化学分析技術の事案をご紹介します。

2. 分析ソリューション技術の概要

当社はEngineering（調査・企画・設計）、Construction（製作・建設）、Operation（操業管理）、Maintenance（保全整備）の頭文字をとってECOMサイクルの総合力において、すべての事業に関係するAnalytical（分析・評価・解析）を加えて、環境ソリューションを提供している（図1）。



この ECOM サイクル + Analytical による環境ソリューションの提供において、当社が有する分析技術の中から特徴的な環境分析及び化学分析技術内容を紹介します。

* 日鉄環境株式会社 分析ソリューション事業本部営業部 部長 T.Yanai
連絡先 E-Mail アドレス : yanai.tomoko.n3g@eco-tech.nipponsteel.com



非定常熱伝導の計算の簡易化 — ハイスラー線図の適用 —

酒井 逸朗*

1. 執筆経緯

最初にハイスラー線図について、その概略について説明すると、次のとおり。

ハイスラー線図とは、熱伝導方程式の熱伝達(第3種境界条件)で解いた時の無限級数で表される厳密解から導いた近似式を線図にまとめたものである。横軸にフーリエ数 F_0 とし、縦軸に初期

$$\theta_0 = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty} = A_1 e^{-\lambda_1^2 F_0}$$

温度 T_i 、流体温度 T_∞
を基にした無次元温度 θ_0 を対数軸にとつ

ている。なお、 T_0 は中央部(断熱面)の求める温度である。上式における A_1 、 λ_1 は平板、円柱、球それぞれに対して、 B_i (ビオー) 数の関数である。具体的には、平板の中心に関する、円柱の中心に関する、球の中心に関するそれぞれのハイスラー線図がある。

何をいまさら、ハイスラー線図と思われる読者が多いことと想像する。ここで、改めてハイスラー線図について、執筆するに至った経緯を最初に示すと、次のとおりである。平板の場合、ハイスラー線図で取り扱う例は、いずれの参考書、教科書においても、「平板の厚みを $2l$ とし、両面の熱伝達率が同一で、断熱面、すなわち熱流れの分水嶺は $x=0$ のところである。」と言う前提で計算法が進められている。

筆者は2年ほど前から、平板の両面の熱伝達率 h が相異なる場合でも計算可能ではないかと思い、

じっと思考してきた。その結果熱流れの中立面(断熱面)が両面の h 値の相違によって、中央面から移動するとともに、注目すればよいことに気付いた。本件については、以前から縁のある関東冶金工業株式会社の取締役神田輝一氏に相談したところ、工業炉界でも興味あることから、協会誌「工業加熱」に載せてはどうかと話が進み、この度執筆させて頂く運びに至った。

ハイスラー線図の歴史について簡単に触れると、次にとおりである。固体の熱伝導の問題は、応用数学の拡散現象の数学のモデルは偏微分方程式として表される。当方程式の厳密解は無限級数となる。その解の近似解として、第一項のみでも、十分に実用になることから、その解を線図として、示したのがハイスラー線図である。なお、このオリジナル論文は1947年にASME(米国機械学会)論文集に掲載されたが、大戦まえには、我が国では伝熱工学の参考書の代表例の一つである、川下研介著熱伝導論(河出書房 昭和16年)では、Bechmannの解法として、線図が記載されている。ハイスラー線図の元になる式は指数関数を含むことから、線図の形式としては片対数グラフで表示されていること、ならびに平板以外の形状として、円柱、球体に拡張したことが、広く利用されるに至った。線図は経過時間と共に断熱面の温度がどのように変わるかを、両面の熱伝達率 h を含むパ

* 工学博士 I. Sakai