

工業加熱

INDUSTRIAL HEATING

2017/1 VOL.54 NO.1

通巻319号 隔月刊・奇数月発行

技術解説

- 多室型真空浸炭装置
- 工業炉で使われるガス分析計について
- K熱電対の選択酸化とその対策

挨拶	平成 29 年 新年の挨拶 … 一般社団法人日本工業炉協会 会長 小林 太郎 …	1
	平成 29 年 年頭所感 …………… 経済産業省 素形材産業室長 蘆田 和也 …	3
技術解説	多室型真空浸炭装置 …………… 株式会社 IHI 機械システム 住井 友幸 …	5
	工業炉で使われるガス分析計について …………… 富士電機株式会社 坂中 正雄 …	11
	K 熱電対の選択酸化とその対策 … 山里産業株式会社 日浦・木村 …	17
工業炉技術の変遷	第 3 回 …………… 村上 弘二 …	24
活動報告	CECOF Meeting …………… 一般社団法人 日本工業炉協会 高橋 良治 …	33
	平成 28 年度 (一社)日本工業炉協会 次世代経営者研修会 メキシコ / アメリカ 海外視察報告 ……………	35
くらしの中の物理楽	違いがわかる? …………… 西尾 宣明 …	45
閑話休題	東海道新幹線 車窓の旅 …………… 前田 章雄 …	50
会員訪問	高砂工業株式会社 ……………	56
	千代田エンジニアリング株式会社 ……………	59
	「サーモテック 2017」のご案内 ……………	62
お知らせ	第 15 回 中部科学技術センター顕彰奨励賞受賞について …………… 「工業加熱」編集委員会 事務局 …	63
連絡	記事募集のご案内 ……………	64
	協会通信 ……………	66



多室型真空浸炭装置

住井 友幸*

1. はじめに

自動車や船舶などの輸送用機器，建設機械，農業機械，工作機械では，その機械装置類に使用する鋼材部品の強度・耐摩耗性などの機械的性質が非常に重要になる。特に自動車分野では，ギアやシャフトなどパワートレインに使用される部品類，ディーゼルエンジンのコモンレール方式の燃料噴射ノズルなど，CO₂排出抑制の観点から燃費改善が求められ小型軽量化が進んでおり，非常に精緻に加工されている。一方，大型船舶用のエンジンシャフト，建機，農機分野での土砂を扱う部分や無限軌道部分など，特に耐摩耗性を要求されるものがある。

これらの強度や耐摩耗性能の向上は熱処理（浸炭焼入れ・焼戻し）により付与することができる。浸炭処理は鋼（炭素鋼，合金鋼）の表面より炭素を拡散させ鋼材の元々の炭素濃度より高い領域を作り，焼入れ（油焼入れ）することで熱処理部品に要求される硬さを得る熱処理方法である。このように熱処理部品に求められる機能（熱処理規格）を元に焼入れ・焼戻し，浸炭焼入れ・焼戻し，窒化等の熱処理技術が選択されている。

戦後の自動車生産の増加に伴い，ガス浸炭技術

による浸炭焼入れ・焼戻しが発展し，多くの熱処理部品が自動車などの輸送機械に採用された。日本金属熱処理工業会会員の熱処理加工業者において平成26年，27年の熱処理加工金額全体の浸炭処理の比率は29%で安定しており，この熱処理加工金額全体の53～55%は輸送機械向けが占めていることから分かる。¹⁾

1972年に米国 C. I. Hayes 社より最初の真空浸炭技術が発表され，雰囲気ガス浸炭に対して，以下の優位性が挙げられていた。

- ・ 表面異常層（粒界酸化）が発生しない
- ・ 高温熱処理による時間短縮が可能
- ・ 細穴，止り穴等の浸炭が可能
- ・ 作業環境が良い（火の無い現場）

日本国内では，約40年前に同社からの技術導入によって，初号機が稼働した。導入当初は浸炭ガスにプロパンが使用されていたため，浸炭処理に伴い装置内に多くの煤が堆積し，不具合の原因となった。熱処理品質を維持するためには，その煤を除去するメンテナンスが必要であり，多くのコストと時間を費やした。このため，真空浸炭の導入は，細穴，止り穴等の特殊部品への適応にと

* 株式会社 IHI 機械システム 設計部 設計1グループ 課長代理 T.Sumii



工業炉で使われるガス分析計について

坂中正雄*

1. はじめに

当社は1930年代に熱伝導率を利用したガス分析計から始まり、測定原理や測定成分を拡大してきた、分析計には例えばガスクロマトグラフの様な多くの成分・濃度を測定する試料採取式の製品と、特定成分の濃度を連続測定する製品に分かれる。

試料採取式の製品にはFTIR、質量分析計など多くの製品があり主に研究・開発分野で使われている、これに対し連続測定の製品は工場の製造工程や燃焼排ガス測定などで使われる、当社のガス分析計は全て連続測定方式である。

工業炉においても、ガス分析計は使われており、その測定原理から適用例まで解説する。

2. ガス分析計の測定原理について

2.1 赤外線方式

CO, CH₄などの2原子分子は、中赤外線と呼ばれる波長域(2.5～25 μm)に固有の吸収波長をもっている(図1)。赤外線ガス分析計は、測定ガスの固有吸収帯がある波長の赤外線を利用し測定ガスの赤外線吸収量からガス濃度を検知する。

赤外線吸収量とガス濃度の関係は次式のランベルト・ベールの法則で与えられる。

$$I = I_0 e^{-kCL}$$

I : 透過赤外光の強さ I₀ : 入射赤外光の強さ
C : 測定成分の濃度 L : 試料セルの長さ
K : 吸収係数

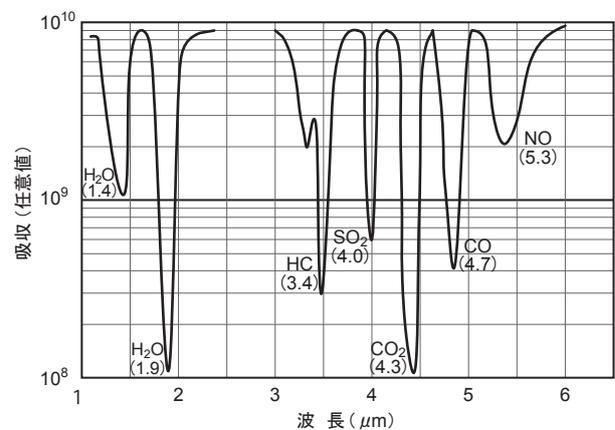


図1 各種ガスの赤外線吸収特性

* 富士電機株式会社 産業インフラ事業本部 産業計測機器事業部 計測機器技術部 M. Sakanaka

K 熱電対の選択酸化とその対策



日浦 寛雄*



木村 秀雄**

1. はじめに

温度管理は鉄鋼，電力，石油化学，半導体，医薬品等，様々な産業で欠かせないものである。その温度管理のツールとして，熱電対が多数使用されている。これは，熱電対素線の二本の異種金属間の電圧を測定することにより，規格¹⁾ではN, K, T, E 熱電対の $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ からC 熱電対の $+2315\text{ }^{\circ}\text{C}$ の高温まで容易に測定出来るからである。これら様々な熱電対の中で最も一般的に使用されているのは，K 熱電対である。この熱電対はHOSKINS 社によって1906年に開発されたものである。

しかしながら，K 熱電対については，その特性を十分に理解していないと思われ測定誤差が生じることがあるので，注意が必要である。

特に近年，熱処理環境の変化に伴い測定誤差が生じることが急増していた。これは高温下で熱電対に選択酸化が生じることで起電力が低下することが原因と考えられた。その対策としてシース形熱電対を使用したところ，現在では問題は全く発生しなくなった。本報では，この選択酸化の解釈とシース形熱電対による対策とその使用上の注意について事例を交えて述べる。

2. K 熱電対の選択酸化による起電力の低下

2.1 選択酸化による現象

K 熱電対の+側導体は，ニッケル及びクロムを主とした合金線 (KP)，-側導体はニッケル及びアルミニウムを主とした合金線¹⁾ (KN) である。以下，K 熱電対の+側導体をKP，-側導体をKNと呼ぶ。K 熱電対の起電力低下の原因の一つに選択酸化が挙げられる。選択酸化とは組成成分の一部が選択的に酸化されることをいうが，一般的に以下の現象が伴う。

- ・短時間に数十～数百 $^{\circ}\text{C}$ 相当の起電力低下
- ・KP 表面の暗緑色変化
- ・場合により表面に金属光沢変化
- ・非磁性KPの磁化

これらの現象について，以下に解説する。

2.2 事例

図1～2に示すのは，起電力が大幅に低下した熱電対の使用後の写真である。図1の場合， $930\text{ }^{\circ}\text{C}$ の温度校正時 $18.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，図2の場合 $166.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ に相当する起電力低下が発生している。図1, 2共

* 山里産業株式会社 技術開発一課 課長 N.Hiura 連絡先E-Mail アドレス: hiura@yamari.co.jp

** 同 技術開発本部 部長 H.Kimura