



# アルミ溶解炉のカーボンニュートラルに向けた取り組み

清水 彰 則\*

## 1. 緒言

近年、地球環境の保全のために国際的に脱炭素社会に向けた動きが加速している。我が国では、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言し、2030年度までに温室効果ガスの排出を2013年度比で46%削減することを表明した。一方で、工業炉が消費するエネルギーは、日本全体のエネルギー消費量の15%に相当し、その温室効果ガス排出量は、日本全体の12%を占めていると見積もられている<sup>1)</sup>。工業炉業界の脱炭素社会に向けた取り組みの役割は大きく、その対応が急務となっている。本稿では、当社工業炉の中からアルミ溶解炉における取り組み内容を紹介する。当社では、2030年までに当社が供給する工業炉からのCO<sub>2</sub>排出量を、グリーン電力の使用が前提ではあるが、50%低減させることを目標としている。50%の基準については以下に示す。表1は、2010～2021年の間に当社が納入したアルミ溶解炉の納入実績を示す。11年間で137基の溶解炉を納入したが、その溶解炉から年間に排出されるCO<sub>2</sub>量は154,000トンに上り、1トンのアルミを溶かす際に発生するCO<sub>2</sub>量(CO<sub>2</sub>排出量原単位)は、170kg-CO<sub>2</sub>/tとなっている。当社は、このCO<sub>2</sub>排出量原単位を指標とし、2030年に受注する溶解炉

のCO<sub>2</sub>排出量原単位平均が、現状の50%となる85kg-CO<sub>2</sub>/t以下となるように設備計画及び設計を行うことを目標とした。ただし、既存設備更新の場合は、既設炉の50%以下となることを目標とする。なお、集中溶解炉とは複数の鋳造機への溶湯供給を行う溶解炉で、機側溶解炉とは1基の鋳造機への溶湯供給を行う溶解炉であり、一般的に集中溶解炉の方が大型で、溶解能力が大きいため、熱効率が良いとされている。当社はこれまで集中溶解炉の比率が高い。

表1 アルミ溶解炉納入実績まとめ (2010-2021年)

| 比較項目   | 集中溶解炉   | 機側溶解炉  | 合計      |
|--|---------|--------|---------|
| 基数 (基)   | 105     | 32     | 137     |
| 基数比率 (%)                                       | 77      | 23     | 100     |
| 溶解量 (t/年)                                      | 853,000 | 55,600 | 908,600 |
| エネルギー消費量 (MWh/年)                               | 671,000 | 57,000 | 728,000 |
| CO <sub>2</sub> 排出量 (t-CO <sub>2</sub> /年)     | 143,000 | 11,000 | 154,000 |
| CO <sub>2</sub> 排出比率 (%)                       | 93      | 7      | 100     |
| CO <sub>2</sub> 排出量原単位 (kg-CO <sub>2</sub> /t) | 168     | 198    | 170     |

※ CO<sub>2</sub>排出量は各設備の燃料で算出<sup>2)</sup>。  
※ 電気のCO<sub>2</sub>排出係数は0kg/kWhとして算出。

\* 三建産業株式会社 技術本部 第二技術部 A. Shimizu 連絡先 E-Mail アドレス : post@sanken-sangyo.co.jp



## 非破壊試験の基礎

西村 信司\*

### 1. はじめに

金属製品や構造物には、製造または使用環境が要因となり、局所的に力などのエネルギーを伝達しない部分（不連続部）が発生する。例えば、鋳造の鑄巣、溶接部の溶け込み不良、ボルトの疲労割れなどである。これらは、総称して「きず」と呼ばれ、特に破損や破壊に至る有害なきずを欠陥と呼ぶ。「有害な」もしくは、「無害な」きずかは、用途、負荷、環境などに基づく製品、及び構造物の強度設計により、許容できる大きさのきずか否かを判定する必要がある。一方で、きずが許容できる大きさかを判定するためには、きずの有害、無害に関わらず判断に必要なきずを見落とさなく検出することが重要である。

非破壊試験（以下、NDT という。）とは、「素材又は製品を破壊せずに、品質又はきず、埋設物などの有無及びその存在位置、大きさ、形状、分布などを調べる試験。」<sup>1)</sup>である。非破壊試験の実施によって、製品の信頼性が向上するとともに、重大な破壊事故に至る前に、要因を取り除くことができる。また、製造条件が原因で発生するきずの統計を取ることで、品質改善の機会も与える。

本稿では、これから非破壊試験の学習を始める人に向けて、放射線透過試験（RT）、超音波探傷試験（UT）、磁気探傷試験（MT）、及び浸透探傷試験（PT）の4つの試験について、簡単な原理と適用事例を述べる。

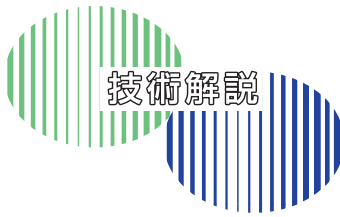
### 2. 非破壊試験の選択の流れ

表1にJIS Z 2305：2013<sup>2)</sup>に記されている非破壊試験の種類を示す。様々な原理が非破壊試験に活用され、不連続部の検出に役立てられ、相互に欠点を補いあっている。

表1 NDT方法とその特徴

| NDT方法             | 略語 | 特徴  |
|-------------------|----|---|
| アコースティック・エミッション試験 | AT | 物質が、変形又は破壊時の解放エネルギーにより発生する音（一般的には超音波）を用いて検査。供用中の構造物などに適用する。 |
| 渦電流探傷試験           | ET | 電磁誘導現象により、導体内に発生した渦電流のゆがみを利用。不導体には適用できない。                   |
| 赤外線サーモグラフィ試験      | TT | 不連続部で熱伝達が小さくなることを利用して、熱源と表面の温度評価により不連続部を検出。                 |
| 漏れ試験              | LT | ヘリウムなどの気体や液体が気孔を通過するかをとらえ、貫通穴などの評価をする。                      |
| 磁気探傷試験            | MT | 磁気及び漏洩磁束を利用してきず（主に割れ）を検出。強磁性体にしか適用できない。                     |
| 浸透探傷試験            | PT | 毛細管現象を利用しきずに浸透液を浸透・現像させきずを検出。開口割れにしか適用できない。                 |
| 放射線透過試験           | RT | 放射線の透過量の差を検出。内部のきずに適用。                                      |
| ひずみゲージ試験          | ST | ひずみゲージなどを使用して、構造物の変形挙動を監視、測定。供用中の構造物などに適用する。                |
| 超音波探傷試験           | UT | 物質の境界から、超音波が反射することを利用してきずを検出。内部のきずに適用することが多い。               |
| 外観試験              | VT | 目視又は拡大鏡を用いて、表面きずの評価をする。                                     |

\* 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター 研究開発本部 物理応用技術部 機械技術グループ S.Nishimura  
連絡先 E-Mail アドレス：nishimura.shinji@iri-tokyo.jp



# 非定常熱伝導の計算の簡易化 — ハイスラー線図の適用 —

## (その3) 平板の両面の熱伝達率が異なる場合の計算方法

酒井 逸朗\*

### 6. 平板の両面の熱伝達率が異なる場合の内部温度の計算方法

最初に両面の熱伝達率が異なる場合は、どのように平板への熱流入または熱放出が進むことになるかについて、筆者は興味をもった。

じっとハイスラー線図を眺めていて、ふと気づいたことは、次のとおりである。同線図のFo線に平行な、無次元温度一定の線上のFo値と、前述の無次元温度の線と交わる点のm値(=1/Bi)の値を読み、各点のFo値/m値、すなわちFo×Biの値はほぼ同一であることに気づいた。(図19参照) このFo値/m値について考察すると、m値が大きい値であるほど、ほぼ一定となる。このことはBi値が小さいことを意味する。すなわち、平板内の温度分布は均一であることに対応し、平板の温度変化は集中系で近似できることを意味する。(初回の図4参照)

$$Bi \times Fo = (h \ell / k) \cdot (\alpha t / \ell^2) = [\alpha t / k] \cdot (h / \ell) \dots\dots (6-1)$$

式(6-1)の $[\alpha t / k]$ は経過時間tとし、同一物性値であれば、 $[\ ]$ 内の値は同一となる。したがって、熱伝達率hと板厚 $\ell$ の比が同一であれば、無次元温度は同一な値を指すことを意味している。

前述のように、平板の場合のハイスラー線図は、板両面の加熱または冷却の熱伝達率同一であるとする場合である。したがって、板の中央は熱流れの分水嶺、すなわち、中央部は断熱された状態に対応する。

しかし、現実には両面を流れる流体による温度は同一であるとしても、流量に相違があれば、左右の熱伝達率の相違が生ずる。その結果、断熱面の位置が厚み方向に移動し、物体内部の温度分布も左右対称でなくなる。その場合の温度変化がどのように変わるかは、実用面からも必要なことが予想される。この点に注目して、新しい解法の内容を示したい。

この移動現象は外部の条件によって、平板の断熱面、すなわち図18に示すように、水流れの分水嶺が移動する現象と類似性があると考えられる。なお水が水槽から水が流れるとき、水槽の2つに仕切り板で区切られることで、2つの槽からは、それぞれの下部の出口から排水されるとすれば、2

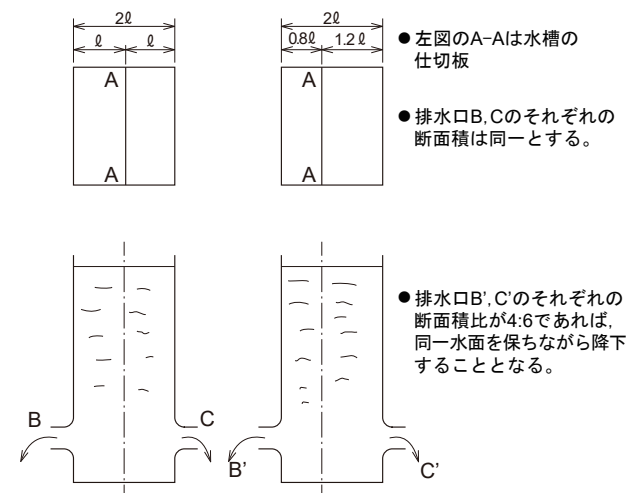


図18 水槽からの水の流れの模式図

\* 工学博士 I. Sakai

# プレミアム STC<sup>®</sup> 炉 (第 2 世代) のご紹介

澤田 憲 吾\*  
中村 豪 志\*\*  
江口 健 司\*\*\*

## 1. はじめに

STC<sup>®</sup> 炉<sup>1)</sup> の名称で知られるバッチ式熱処理炉は 1980 年に初めて販売してから 42 年が経過し、製作中のものを含めると 2023 年 7 月時点で累計 360 基を受注している。鋼材 2 次加工業界では高いシェアを誇り、幾つかのユーザーは、企業のホームページの保有設備欄に「STC<sup>®</sup> 炉」を明記している。鋼材の最終需要家がサプライヤに対して熱処理工程に STC<sup>®</sup> 炉を指定する例があるほか、欧米および韓国ではライセンス販売されるなど、デファクトスタンダードと呼べるほどに浸透している。

STC<sup>®</sup> は Short Time Cycle の略であり、1970 年代主流であったベル型炉に比べて 1 バッチの処理を短時間に行うことができるという意味で名づけられたものである。実際、ベル型炉は垂直方向に積んだ処理品に鐘型のインナーカバー、アウターカバーを被せた状態で熱処理を行うため、熱処理後のカバーの取り外しに相当な時間を要していた。そこで、炉形状を箱型に変更し、炉床にローラーを配置することで、カバーの取り外し作業を省くことができるようにした。それにより、副次的効果として、「処理品を積載テーブルにストックしておけば自動的に炉内へ装入し、熱処理を行

うことを連続的に行える全自動バッチ式炉」として製品化に成功した。オペレータが常時監視していなくても決められたヒートパターンに従って炉温と雰囲気ガスの PF 値((CO %)<sup>2</sup>/CO<sub>2</sub> %で計算され、雰囲気鋼に対する脱浸炭の傾向を表す量) を制御し、異常が発生した場合も安全に停止処理を行うことができる。

STC<sup>®</sup> 炉の対象になる処理品形状は線材コイル、冷間鍛造品、薄板コイル、パイプ、棒鋼であり、熱処理目的としては球状化焼鈍、軟化焼鈍、完全焼鈍、焼準、復炭である。

1980 年の販売後も幾つかのマイナーチェンジを行い現在に至るまで多くの進化・改善を実現してきたが、今回近年行ってきた複数の技術開発及び設計検討を融合させ、プレミアム STC<sup>®</sup> 炉 (第 2 世代) の発売に至った。次章では技術開発項目ごとに機能の詳細を説明する。

## 2. 技術開発

### 2.1 DINCS<sup>®</sup>

#### 2.1.1 DINCS<sup>®</sup>とは

DINCS<sup>®</sup> はプレミアム STC<sup>®</sup> 炉 (第 1 世代) に搭載された高効率燃焼システムである。リリース後もユーザーには好評だったこともあり、プレミアム

\* 大同特殊鋼株式会社 機械事業部 係員 K.Sawada 連絡先 E-Mail アドレス : k-sawada@ac.daido.co.jp

\*\* 同 同 副主席部員 T.Nakamura

\*\*\* 同 同 副主席部員 K.Eguchi



# 気相用水素センサ「NOTORP-G」と その用途開発

影山 健友\*  
岩井 翔\*\*

## 1. はじめに

株式会社TYKは鉄鋼用耐火物やファインセラミックス及びその応用製品の製造を主に行っている。アルミ業界にも活発に展開しており、その中でアルミ溶湯中の水素濃度を測定する装置「NOTORP (ノトープ)」(写真1)を開発し、アルミ溶湯の品質向

上に努めてきた。今回新たにガス中の水素濃度を測定できる装置「NOTORP-G」を開発した(写真2)。この気相用水素センサ「NOTORP-G」の概要を説明し、現在の主な用途と今後の新しい用途展開について紹介する。



写真1 アルミ溶湯用水素濃度測定器「NOTORP」

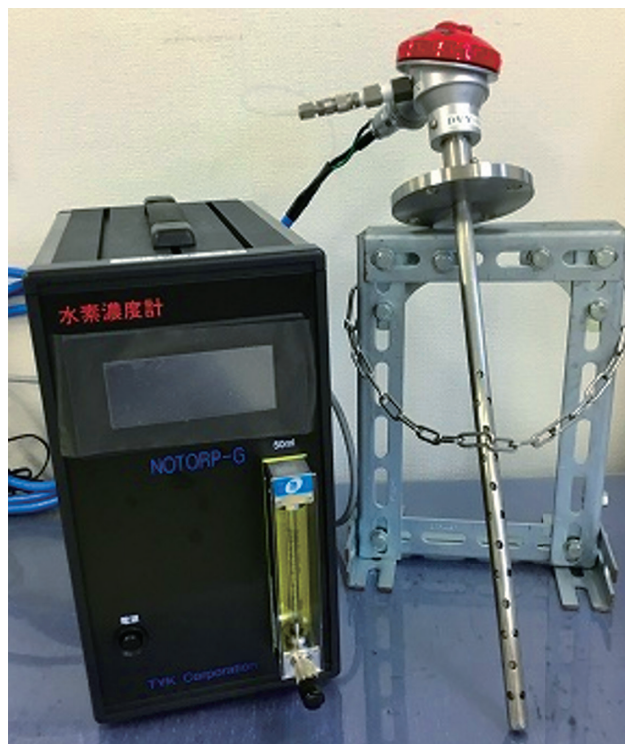


写真2 気相用水素センサ「NOTORP-G」

\* 株式会社TYK 機能材料研究所 主任研究員 T.Kageyama 連絡先 E-Mail : tk.kageyama@tyk.jp

\*\* T. Iwai

# 新断熱ジャケット『えこきーぱー』による工場設備の熱対策及び『守護神&カビ守護神』による微生物対策



梅原 勇\*

## 1. はじめに

今全世界で起きている事、地球温暖化による様々な問題が全人類にとって重くのしかかる問題として、新聞や報道に採り上げられない日がないくらい様々な議論をされている。その対策施工工事を長年行う身として『なぜ、わざわざこんな事を?』と考える事や「なぜ、明らかに環境の変化に伴わない施工方法を?」そんな事が多いように思う。そんな現状に一石を投じ、商売繁盛はもちろんだが、皆さんで考えるきっかけになればと思いペンをとる事にした。実際にあれよあれよと変異型ウイルスは第8波9波と感染拡大し、地球温暖化問題もカーボンニュートラルの実現と言いながらも中々進んでいないのが現状ではないのか。

弊社で全て解決ができるわけではないけれど、現場に行くとわざわざ環境を悪くしたり、わざわざカビや細菌を増やすような行為が見受けられる。

今回は、私が40年関わる①『断熱工事』、そして②新断熱ジャケット『えこきーぱー』を有しての工場設備の断熱対策<sup>(注)</sup>、それがカビてしまった事で探して探して行き着いた③防カビ剤と除菌剤『守護神&カビ守護神』を使っでの微生物対策の3つのアイテムを駆使しながら、それぞれの解決策について紹介する。地方(静岡)から中央へ、そして世界に発信できればと考えている。

(注)「えこきーぱー」の狙いは、「遮熱」と「断熱」の両方を併せ持った提案であり、双方もろもろの熱を押さえる意味として『断熱対策』として表現しています。



写真1 えこきーぱーサンプル各種



写真2 守護神・カビ守護神 製品各種

\* 有限会社アール・シーウメハラ 代表取締役 I. Umehara 連絡先 E-Mail アドレス : info@rc-umehara.com

## エネルギーソリューションの提案について

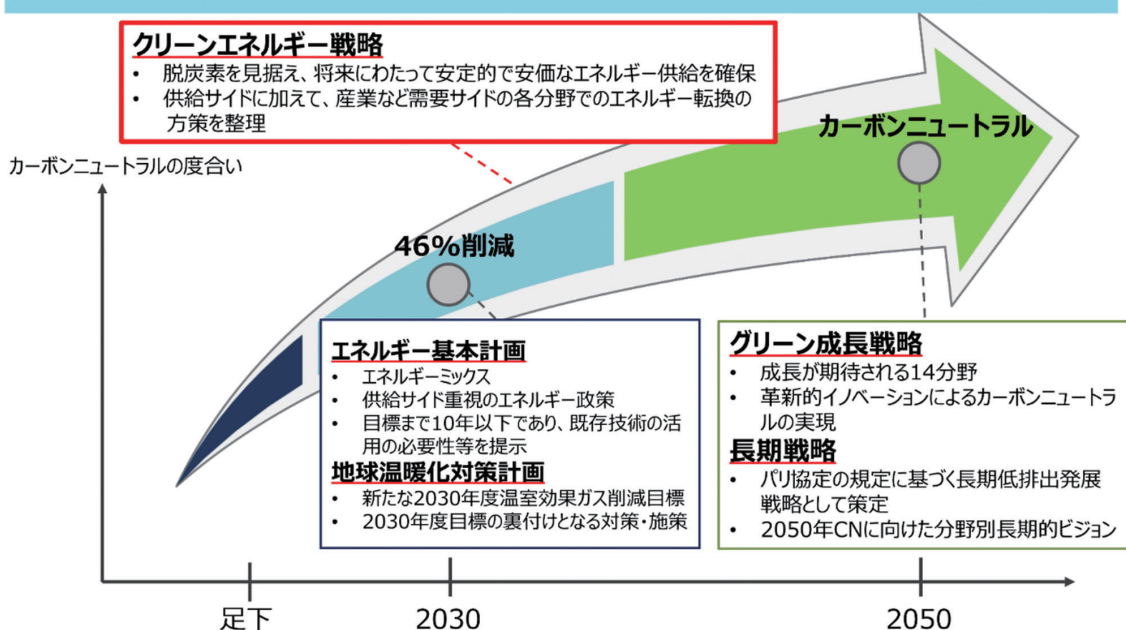
ぎょうぶ まこと  
刑部 誠\*

### 1. はじめに

当社グループでは、パーパス（存在意義）として「Total Energy Saving & Solutionの実現により、世界的なエネルギー脱炭素化に貢献する」ことを掲げている。このパーパスのもと、社会的なニーズが強く、成長が見込まれる「再生可能エネルギーの主力電源化」「省エネルギーの徹底」及び「エネルギーのスマート化」の3つの事業領域に注力している。

現状の日本では、2050年カーボンニュートラルの実現と、2030年度の新たな温室効果ガス排出削減目標（2013年度比46%削減）の達成に向けたエネルギー政策が進められている。このような外部環境の中、当社グループはエネルギー多消費型大規模工場や大規模施設をターゲットに、それらの削減目標の達成に向けて、「熱」「電気」問わず総合的なエネルギーソリューションを提案している。

- 2050年カーボンニュートラルや2030年度46%削減の実現を目指す中で、**将来にわたって安定的で安価なエネルギー供給を確保し、更なる経済成長につなげるため、「点」ではなく「線」で実現可能なパスを描く。**



(出所) 産業技術環境局・資源エネルギー庁「クリーンエネルギー戦略 中間整理」(2022年5月13日)より抜粋

図1 カーボンニュートラルに向けたグリーンエネルギー戦略

\* テス・エンジニアリング株式会社 取締役営業本部長 M. Gyobu  
ホームページお問い合わせフォーム：<https://www.tess-eng.co.jp/contact/>