

熱音響現象を用いた廃熱回生へのみちしるべ



小山 亮*

1. 概要

熱音響現象は、廃熱回生技術のひとつとして注目されており、近年、大学や企業でも研究開発が行われているが、2022年現在、十分に知名度が高いとは言えない。熱音響現象では熱と仕事のエネルギー変換を行う部位に、本質的に機械部品を必要としない。また熱流体振動を扱うために、その学問領域は熱力学、流体力学、音響学を含む多岐に亘る。

本解説では、最初に熱音響現象の原理を簡単に紹介し、物理学の観点ではなく、廃熱を利用するという観点から熱音響現象の扱い方や装置実例を紹介する。次に、熱音響現象を取り込んだ工業炉としての廃熱回生システムを提案し、最後に今後の課題についても述べる。

2. はじめに

2015年に「国連気候変動枠組条約締約国会議」にて合意されたパリ協定¹⁾に続き、2020年10月には日本政府より「2050年カーボンニュートラル宣言」が発出された²⁾。

地球温暖化を筆頭とした環境問題は日本だけでなくグローバルなテーマとなっている。カーボンニュートラル宣言を皮切りに、企業だけでなく、

個人の意識も地球環境へと向けられるような時代となった。

今や日常生活を豊かにするために工業炉は欠かせないが、炉から排出されるCO₂量が少ないとは言えない³⁾。そこで我々は廃熱回生技術のひとつとして、熱音響現象に着目した。熱音響現象は廃熱を利用可能な仕事に変換することが出来るため、国内外の大学のみならず企業でも研究が進められている。

3. 熱音響デバイスについて

熱音響現象は「音波」という流体振動を介して、「熱」と「仕事」の相互変換が行われる現象であり、この現象を用いて大きく3つに分類することができる。第一に、熱入力仕事(音響パワー)の生成、増幅を行う「熱音響機関」である。第二に、音響パワー入力により熱を低温部から高温部に組み上げる「熱音響ヒートポンプ」がある。第三に、流体振動によって高温部から低温部への熱輸送が行われる「ドリームパイプ」である。これら3つはいずれも熱と音波が密接に関わっている。本稿ではこれらの熱音響現象の中で、廃熱回生装置として積極的な研究が行われている、「熱音響機関」と「熱音響ヒートポンプ」について解説する。

* 関東冶金工業株式会社 技術開発室 R.Koyama 連絡先 E-Mail : ryo.koyama@k-y-k.co.jp



周期加熱法による断熱材の熱拡散率測定における試験片サイズおよび周期の影響

阿部直毅*	和田迫三志*****
藤本哲夫**	安藤大介*****
萩原伸治***	三木達郎*****
阿子島めぐみ****	小野寺正剛*****

はじめに

2021年2月に、Thermal insulation-Test method for thermal diffusivity-Periodic heat methodが、国際規格（ISO 21901：2021）として発行された。

そこで本稿では、まず【解説】として、国際標準化の背景や経緯，測定原理，国際標準化による効果について，ニチアスの阿部による説明を記す。次に，【本文】として，国際標準化に取り組んだ際に，国内外で行われた技術的な検証事項の一部を記す。具体的には，試験片サイズおよび加熱周期の熱拡散率測定値に対する影響を確認し，適切な測定条件を検証した。

なお【解説】はニチアス技術時報（2022年1号）からの転載であり，【本文】は共著で発表した第42回日本熱物性シンポジウム（2021年10月）からの転載である。

I. 解説

1. 背景

断熱材の最も重要な特性として熱伝導率があり，その代表的な測定方法として「JIS A 1412-1 熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法－第1部：保護熱板法（GHP法）」がある。しかしながら，市販のGHP法装置の多くは測定温度範囲が常用600℃までとなっている。高温域で用いられる測定方法としては「JIS R 2251-1 耐火物の熱伝導率の試験方法－第1部：熱線法（直行法）」があ

るが，熱線法は熱的に等方性で熱伝導率が高い材料の測定に適している。つまり，熱線法は繊維質断熱材など異方性の高い断熱材の評価には不向きである。

そこでニチアスは，金属の熱拡散率測定に古くから用いられてきた周期加熱法の原理を応用して，断熱材を測定できる装置を独自開発することにより，1990年代から高温域における断熱性能を評価してきた。

* ニチアス株式会社 N. Abe

** 一般財団法人日本建材・住宅設備産業協会 T. Fujimoto

*** 一般財団法人建材試験センター S. Hagihara

**** 国立研究開発法人産業技術総合研究所 M. Akoshima

***** 元ニチアス株式会社 M. Wadasako

***** ニチアス株式会社 D. Ando

***** 同 T. Miki

***** 同 M. Onodera

無酸化液中溶解保持炉 YUKAI - 湯解 - の紹介

横山 譲治*

1. はじめに

弊社の主力製品は、アルミニウム（以下アルミと示す）の製造に用いられる工業炉（主に溶湯保持炉）である。軽く加工し易いアルミは様々な製品に使用されている。これらの部品を製造する際に用いられる方法の一つに「鋳造」があり、この炉はアルミの溶解・配湯・保持など様々な場面で用いられている。中でも、多くの部品が鋳造によってアルミ合金から製造されている自動車産業は特に関わりが深い。

その自動車産業だが、近年、「100年に1度」と言われる大変革期を迎えている。新興国の経済発展と相まって拡大する旺盛な自動車需要と世界的な環境規制の高まりは、自動車の電動化時代到来に拍車をかけ、各国の自動車会社の戦略においてEV（電気自動車）の量産化に向け舵を切ることを余儀なくさせている。既にEV化の潮流が急激に押し寄せていることは疑いようもない現実である。

このような状況の下、世界中の自動車会社間ではEVの開発競争が過熱することとなり、これまで自動車の製造工程において不可欠とされてきた

構成部品が大きく変化することとなっている。とりわけ、主要な動力源における変化は大きく、もはや内燃機関であるエンジンやトランスミッションは不要とされる傾向にあるが、代わりにEV仕様化の必須条件として、車体を含めた大型部品の軽量化を実現することが自動車メーカー各社にとって避けられなくなっている（図1）。

時代はエンジンからEVへ 部品も厚肉から薄肉・大型へ

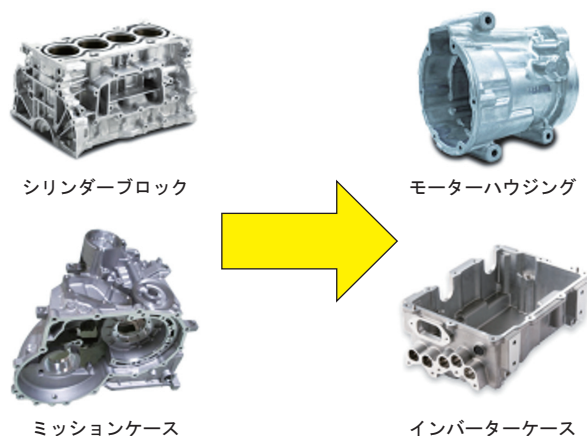


図1 EV化による自動車構成部品の変化

* 株式会社トウnetz 東海事業所 特装・開発部 J.Yokoyama 連絡先 E-Mail : jyouji_yokoyama@tounetsu.co.jp

最大 2450℃ まで測定可能な Optris 社 赤外線サーモグラフィカメラ

南 淳 史*

1. はじめに

赤外線サーモグラフィカメラは、被写体から放射された赤外線エネルギーを捉え、そのエネルギーから温度換算を行い、温度画像として表示している。霧や煙幕、暗闇の中で視認が難しい対象も、温度を捉えて可視化できることから、元々は軍事目的に使われてきた技術である。昨今では、赤外線エネルギーを捉えるセンサーの量産により価格が下がり、民生用にも広く普及している。非接触・非破壊で温度計測が行えるため、測定対象へ影響を与えない。また、温度画像として連続的に取得できるので、動体の撮影も行うことができる。このような特徴から、品質管理や温度監視、研究開発など幅広い用途で活用されている。

当社(株)アルゴで取り扱っているドイツ Optris 社のサーモグラフィカメラは、ピクセル単位の温度情報をリアルタイムに取得することができ、詳細な温度解析が可能である。多機能なソフトウェアが付属しており、一般的な使い方であればアプリケーションを開発することなく利用開始でき

る。また、測定環境に対応した豊富なオプションが用意されており、産業用として多数の利用実績がある。本稿では、動作原理から製品ラインナップ、豊富なソフトウェア機能について紹介する。

2. サーモグラフィカメラの原理

絶対零度 ($-273.15^{\circ}\text{C} = 0\text{ K}$) 以上の温度を持つ物体は、その表面から温度に応じた電磁波を放射している。電磁波の一部に赤外線が含まれており、この赤外線を利用して温度の測定が行える。赤外線は、可視光に近い 0.78 nm あたりから始まり約 $1000\text{ }\mu\text{m}$ の波長域に至るが、一般的な赤外線サーモグラフィカメラの温度測定で重要になるのは $0.7 \sim 14\text{ }\mu\text{m}$ の波長帯である。赤外線はレンズを用いて検出素子に集束することができ、放射量に比例した電気信号として捉えられる。この信号は増幅後に、物体の温度に変換する処理を行う。

温度への変換はプランクの放射則がベースとなっている。プランクの放射則は、黒体からの放射エネルギー量は温度と波長に依存していることを示しており、非接触で温度を測定するための基

* 株式会社アルゴ 営業技術 A.Minami 連絡先 E-Mail アドレス : argo@argocorp.com