「混相流の可視化」特集の企画にあたって*

石川 正明**, 武居 昌宏***

Visualization of Multi-Phase Flow

Masaaki ISHIKAWA, Masahiro TAKEI

混相流は、気相、液相、固相のうち2つ以上の相が混合している流れをいい、例えば、固気、または固液二相流では、多数の粒子が、気相または液相中を分散して存在するような場で、例えば、集塵器、空気／スラリー輸送、流動層、また薬剤の調合などで見られる。また気液二相流では、気相割合の少ない気泡流から気相割合の多いミスト流まで、気相と液相の割合の変化で、様々な流動様式を持った流れを形成し、たとえば、原子炉、化学プラント、水質浄化システムなどで見られる。このように混相流は多くの工業・化学、医療分野と多岐にわたって必要とされている。

通常、水・空気のような透明な液相や気相単体の可視化としては、現在はPIV計測により、遅い流れから非常に高速な流れまで可視化できるが、混相流では、例えば、流動層での非常に高い粒子数密度を持つ流れや、気液界面を有する気泡を含む流れ場は、光の反射や屈折により、かならずしも可視化できると限らない。そのため、混相流の可視化には、目的に合わせた様々な可視化／計測システムが開発されている。今回、この特集号の執筆のお願いあたり、混相流において、特に固気二相流と気液二相流の最新の可視化の研究テーマについて絞って紹介する。

まず初めの2件として、固気混相流におけるCTによる気体と粒子の相分布の解析方法について紹介する。1つは、「NMRによる粒子系混相流の可視化」である。従来、流動層などの気体と粒子の相分布を計測するには、プローブを挿入した計測や凝固剤を利用して切断による観察であったが、この研究では核磁気共鳴画像法(NMR)を利用することで、非接触・非破壊計測で、かつ時間的な高濃度の粒子の分布を可視化計測することを実現した。この論文では、NMRの基本原則から実際に回転ドラム内、振動層、底部からの空気吹き込みによる噴流層内の粒子分布の応用例が紹介されている。もう1つは、「キャパシタンス・コンピューティッド・トモグラフィー法による粒子流れの濃度分布可視化」で、管

路断面内の粒子と気体の濃度分布を各電極間のキャパシタンスの誘導率分布から推定するキャパシタンスCT法を用いて気相と固相の相分布を明らかにしている。この論文では、そのキャパシタンスCTの基本原則と、粉体の空気輸送、流動層などの応用例について紹介されている。

続いて、気液二相流における可視化について紹介する。1つは、「スラグ流の可視光バックライトCTによる可視化」で、可視光によるバックライトCT法を用い、管路に多数のミラージャケットを設け、6つ以上の投影像から、気相と液相の相分布の断層画像を推定する方法と、その直管とヘリカル管内のスラグ流への応用が紹介されている。もう1つは、「ワイヤー・メッシュ・トモグラフィ法を用いた気液二相流の可視化」で、流れの影響を小さくするために、非常に細いワイヤーを用い、送信側ワイヤーと受信側ワイヤーを交差させ、かつグリッド上に配置させ、その交差したワイヤー間の電気伝導率からボイド率を推定する方法を紹介、その応用が紹介されている。

上記4件では断層画像に関する研究を紹介したが、最後にPIVを利用した気液二相流の流速分布計測について紹介する。「気泡噴流の高速PIV計測」で、小気泡を含む分散性の気液二相流に対して、高速PIVと赤外線を利用したバックライト法を組み合わせた流速計測システムを紹介している。そのシステムを気泡を含む噴流場に応用し、個々の気泡の速度とその周りの液相流速の同時計測が紹介されている。

最後に、本特集が、混相流における可視化・情報分野に関する参考になることを願う。

* 原稿受付 2007 年 9 月 3 日

** 正会員 琉球大学 工学部 機械システム工学科

*** 正会員 日本大学 理工学部 機械工学科