

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第 10628 号
------	-----	-----------

氏 名 渡邊 智昭

論文題目

化学反応を伴う乱流拡散および混合現象に関する研究

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	酒井 康彦
委員	名古屋大学	教授	山下 博史
委員	名古屋大学	教授	吉川 典彦
委員	名古屋大学	准教授	長田 孝二

論文審査の結果の要旨

渡邊智昭君提出の論文「化学反応を伴う乱流拡散および混合現象に関する研究」は、乱流中で生じる化学反応を取り上げ、化学反応を伴う乱流拡散および混合現象の特性を実験・数値計算により明らかにすることおよび、乱流中で生じる化学反応挙動の予測手法を確立することを目的として行われたものである。本論文は5章から構成されている。

第1章は緒論であり、本研究の背景と目的を述べるとともに、本論文の概要を述べている。

第2章では、二次の化学反応を伴う液相二次元噴流中で、独自に開発した濃度測定用の光ファイバプローブと速度測定用のI型熱膜プローブと組み合わせることで、反応性物質濃度と流れ方向速度が同時計測した結果が示されている。計測結果を用いて、液相噴流中で生じる化学反応の特性の調査や数値計算モデルの検証が行われている。まず、乱流流束に対するモデルであるこう配拡散モデルのパラメータ（乱流 Schmidt 数）は化学反応によって大きく変化することが示されている。また、二つの反応物質の濃度相関に対する Toor のモデルと 3 Environmental (3E) モデルの検証を行い、これらのモデルによる濃度相関の予測値と実験値の間に大きな差が見られたことが報告されている。さらに、反応性乱流の数値計算手法の一つである Conditional Moment Closure 法で重要となる混合分率に対する条件付統計量についての調査が行われている。その結果、液相で生じる化学反応に対して条件付平均反応速度が反応物質の条件付平均濃度の積を用いて精度良く近似されることなど、条件付統計量解析の有用性を示す重要な知見が得られている。

第3章では、二次の化学反応を伴う二次元噴流の直接数値計算法 (Direct Numerical Simulation, DNS) による数値計算を行い反応場の可視化や統計量を算出することで、噴流中で生じる化学反応について調査されている。反応速度の瞬時値の可視化結果から、ダムケラ数が大きい場合には噴流と周囲流体の境界付近で反応が活発に生じるが、ダムケラ数が小さい場合には噴流と周囲流体の境界付近だけでなく噴流内部でも反応が生じることが示されている。この結果はダムケラ数による化学反応場の違いを明らかにした点で工学上有用な知見である。

第4章では、Approximate Deconvolution Model (ADM) を用いた速度場と混合分率の Large Eddy Simulation (LES) を化学反応場を計算する確率密度関数 (PDF) 法と組み合わせた反応性乱流の計算手法 (LES - PDF 法) の構築が行われている。本論文で提案された ADM を用いた LES - PDF 法は、第3章で扱った化学反応を伴う二次元噴流と、実験による濃度・速度場の計測が過去に行われている液相格子乱流中のスカラ混合層に対して適用されている。そして、LES - PDF 法により得られた反応性物質の濃度統計量が、第3章で DNS により得られた結果や実験による測定値と良好に一致することが示されており、ADM を用いた LES - PDF 法が乱流中で生じる化学反応の予測手法として有効であることが明らかにされている。

第5章は本論文の総括であり、本研究で得られた結論をまとめている。

以上のように渡邊智昭君提出の論文は、化学反応を伴う乱流拡散および混合現象の特性を実験・数値計算によって明らかにし、乱流中で生じる化学反応場の予測手法を発展させたものであり、学術上および工業上寄与するところが多いと判断できる。よって、本論文の提出者渡邊智昭君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。