

機械システム工学専攻	
申請者氏名	河野 行雄

紹介教官氏名	小沼 義昭
--------	-------

論文要旨 (博士)

論文題目	噴流拡散火炎における局所反応速度および拡散速度に関する研究
------	-------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

局所反応速度および拡散速度は乱流拡散火炎における燃焼現象を支配する重要なパラメータであり、これを実験的に求めることができれば乱流拡散火炎を理解するうえで有効な情報が得られるとともに、乱流拡散火炎のモデリング手法を評価するうえにも有力な手段を与えるものと思われる。このような期待のもとに、局所反応速度および拡散速度を実験的に求める手法の開発を試みた。得られた方法は、精密な測定データをもとに化学種の保存式を逆解析する方法で、Senecalらが提唱した方法に改良を加えたものである。本研究では、この開発作業に続いて、得られた逆解析手法の信頼性についての検討を行い、ついでこの手法を応用して、乱流拡散火炎の燃焼機構に関するいくつかの実験および理論解析を行った。得られた結果を以下に示す。

(1) H_2 噴流拡散火炎の数値シミュレーション結果を用いて逆解析を行い、得られた局所反応速度および拡散速度をシミュレーションから直接得られた値と比較した。その結果、両者は良好な一致を示し、開発された手法の信頼性が認められた。(2) H_2 噴流拡散火炎の実験において、逆解析手法によって求められた乱れの相関 $\tilde{u''v''}$ と実測値とを比較した。その結果においても、両者は良好な一致を示した。また、本手法における密度変動に対する取り扱いの妥当性が明らかになった。(3) 比較的乱れの弱い高温領域では、水素の分子拡散速度が乱流拡散速度に比べて無視できない大きさになり、その結果 H_2 の実効拡散係数は他の化学種のそれより著しく大きな値になることが示された。(4) 開発した手法を CO 噴流拡散火炎に適用した結果、 C 元素、 O 元素および N 元素をトレーサとして求めた実効拡散係数 D_C 、 D_O 、 D_N は火炎全域に渡って互いにほとんど違いのない値を示した。これは CO 火炎中のすべての化学種の実効拡散係数がほぼ等しいことを意味しており、この火炎に対しては、Conserved scalar approachにおけるルイス数 1 の仮定が適用可能であることを示すものと思われる。(5) つぎに、燃料として CO/H_2 混合気を用いた噴流拡散火炎に対する実験を行った。 CO と H_2 の分子拡散速度の違いは両分子の反応速度分布に大きな違いを発生させた。 H_2 の局所反応速度は CO の2倍以上の値を示し、また、 H_2 の反応速度のピークは CO のそれより大幅に燃料側に位置する現象が見られた。(6) 実験の最後として CH_4 噴流拡散火炎について、 CH_4 、 O_2 、 CO_2 、 H_2O の他に中間生成物である CO 、 H_2 の局所反応速度をも求めることができた。中間生成物 CO および H_2 の反応速度は、火炎中心から外周部に向かって、始め正の値で増加し、ピークを経て減少、負の値に遷移した。(7) 乱流モデルとして $k-\epsilon$ 2方程式モデル、燃焼モデルとして反応速度無限大の1段不可逆反応を仮定したFlamelet modelを用い、GENMIX 4 プログラムを用いた数値シミュレーションを行った。そして、逆解析によって実験結果から求めた局所反応速度および拡散速度を用いてモデリングの評価を試みた。その結果、この評価法が有効な技術となる可能性が示唆された。