

博士論文審査結果の要旨

博士論文審査委員会

主 査 矢作裕司

審査委員 角田和巳

審査委員 田中耕太郎

審査委員 齋藤寛泰

審査委員 牧野育代（外部審査員）

氏 名	川波尊幸
論文題目	乱流対向流場に形成された希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎
<p>〔論文審査の要旨〕</p> <p>平成 28 年 1 月 29 日(金)15:00～16:30 に芝浦工業大学豊洲キャンパス 5 0 6 号室に川波尊幸君博士（工学）学位論文の最終審査を実施した。牧野外部審査員は疾病の欠席したために、平成 28 年 2 月 26 日(金) 15:00～16:30 に芝浦工業大学豊洲キャンパス 5 0 6 号室にて主査と牧野外部審査員により再度審査を実施した。</p> <p>審査は、30 分の論文内容の説明（スライド 30 枚）と審査員からの 60 分の論文および博士学位請求者としての知識などの質疑応答の総合点で評価した。論文は直噴ガソリン機関など実用燃焼器内で広く生じる乱流燃焼現象の局所消炎を実験および数値計算の両方から検討を加えた結果をまとめたものである。論文は 5 章で構成されている。1 章の序論では研究の社会的意義と背景を従来の研究を参考にしながら述べている。特に、実機での燃焼現象を実験モデルにするための解説に独創性があると評価された。2 章では、まず層流火炎で実施した実験結果と数値計算結果を比較し、希薄予混合拡散複合火炎の消炎機構の基本をまとめている。3 章では、乱流における局所消炎の発生機構を明らかにした点が述べられ、4 章では局所消炎から回復機構をモデル化してまとめている。最終の 5 章では全ての研究成果を総括してまとめている。発表に要した時間は 29 分 45 秒であった。</p> <p>中間審査時点ですでに論文の完成度が高かったために、各審査員からは光学計測によって明らかになった局所消炎現象からの回復機構を 3 つのモデルにまとめた点などの研究の詳細なところについて質疑応答が中心であった。また、中間審査で指摘のあった「現象の時系列的な変化を示す映像やモデル図の追加」、序論での研究の新規性の強調、「英文の題目および要旨の追加」などの加筆修正も適切に行われていることも確認した。</p> <p>以上の審査結果に基づき、全員一致で川波尊幸君は、論文内容、見識および人格など総合的に博士（工学）学位請求審査合格していると判定した。</p> <p>注：「牧野外部審査員は平成 28 年 2 月 26 日(金)に本件を合格と判定」</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	

論 文 要 旨

2015年 12月 8日

※報告番号	第 号	氏 名	川波 尊幸
<p>主論文題名</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">乱流対向流場に形成された希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎</p>			
<p>内容の要旨</p> <p style="margin-top: 20px;">本研究では、希薄予混合火炎拡散複合火炎の局所消炎の発生機構および回復機構について、希薄予混合火炎と拡散火炎の補完機構に着目して検討した。希薄予混合火炎と拡散火炎の燃焼強度を個別に制御可能なことから、補完機構の検討に適している対向流場に形成された希薄予混合拡散複合火炎を対象とした。希薄予混合拡散複合火炎の補完機構と消炎に関する研究は、他の複合火炎に比べて少ないため、層流場でも明らかになっていない。そこで本研究では、まず、層流対向流場の希薄予混合拡散複合火炎を対象に消炎時の火炎構造を詳細に調べることで、希薄予混合火炎と拡散火炎の補完機構に着目して、局所消炎発生機構を明らかにした。次に、乱流対向流場に形成された希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎発生時の火炎構造を層流火炎の消炎時の構造と比較することで、層流火炎の局所消炎発生機構の乱流火炎に対する適用性を明らかにした。最後に、希薄予混合火炎と拡散火炎の補完機構および乱流の影響に着目して、乱流対向流中の希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎回復機構を明らかにした。</p> <p>I. 層流希薄予混合拡散複合火炎の消炎機構</p> <p>層流対向流場を用いて希薄予混合拡散複合火炎を形成し、その消炎時の火炎構造から希薄予混合火炎と拡散火炎の補完機構に着目して局所消炎発生機構について検討した結果、以下の事項が明らかになった。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 希薄複合火炎の消炎限界は拡散火炎支配領域と希薄予混合火炎支配領域の2つに分けられる。 2. 拡散火炎支配領域の火炎構造は、拡散火炎付近を最高温度とした対称な温度分布である。希薄予混合火炎に比べて拡散火炎の方が高温であるため、希薄予混合火炎は希薄予混合火炎-拡散火炎間からの熱的な補完によって維持されている。この領域では、希薄予混合火炎はその発熱によって拡散火炎の酸化剤を予熱することで熱的に補完している。 3. 希薄予混合火炎支配領域では、希薄予混合火炎付近を最高温度とした燃料側に比べ予混合気側の温度勾配が急な非対称な温度分布である。拡散火炎に比べて希薄予混合火炎の方が高温であるため、拡散火炎は希薄予混合火炎-拡散火炎間からの熱的な補完によって維持されている。この領域では、拡散火炎はその発熱によって希薄予混合火炎の下流熱損失を低減する事により熱的に補完している。 			

※印欄記入不要

論 文 要 旨

2015年 12月 8日

※ 報告番号	第	号	氏 名	川波 尊幸
<p>内容の要旨</p> <p>II. 乱流希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎発生機構</p> <p>乱流希薄複合火炎に対する層流希薄複合火炎の消炎機構の適用性を明らかにするために、乱流希薄複合火炎の局所消炎発生時と層流希薄複合火炎の消炎時の火炎構造を比較した。比較した火炎構造は、層流場で補完機構によって顕著な違いが現れた、燃焼ガス幅 (W) である。乱流希薄複合火炎の局所消炎の発生時期の特定は、二次元局所燃焼速度 (S_{F2D}) の時系列計測により行った。W の確率密度関数と局所消炎頻度の関係から、乱流強度が局所消炎と補完機構の関係に及ぼす影響を検討した。その結果、以下の事項が明らかになった。</p> <p>乱流希薄複合火炎の S_{F2D} と W の関係は、層流希薄複合火炎の消炎 $W(W_{LE})$ を境界として大きく変化する。$W > W_{LE}$ の範囲では W の減少に伴って S_{F2D} は増加するのに対して、$W < W_{LE}$ の範囲では S_{F2D} は急激に減少し 0 になる。$W = W_{LE}$ から S_{F2D} の急激な減少が始まるという結果は、局所的な W が W_{LE} を下回ると局所消炎が発生することを示している。上記の結果は、予混合火炎支配領域および拡散火炎支配領域の両方に適用可能である。</p> <p>これらの結果は、本研究で対象とした乱流強度の範囲では、乱流火炎の局所消炎発生時の火炎構造は層流火炎の消炎時と等しいことを示しているため、乱流火炎の局所消炎に対しても層流火炎の熱補完に基づく局所消炎発生機構が適用可能なことが明らかになった。</p> <p>III. 乱流希薄予混合拡散複合火炎の局所消炎回復機構</p> <p>乱流対向流場中の希薄予混合拡散複合火炎を対象に、熱補完機構および乱流添加方法の影響に着目して、局所消炎回復機構に検討を加えた。局所消炎の可視化画像、局所消炎および全体消炎頻度、局所消炎外縁部の二次元局所燃焼速度を調べた結果、以下の事項が明らかになった。</p> <p>Passive mode, Active mode, Global extinction mode の3つの局所消炎回復機構が考えられる。Passive mode では、局所消炎は二次元よどみ点を含まずに発生し、局所消炎領域は未燃焼ガスの流れにより対流輸送され回復する。Active mode では、局所消炎は二次元よどみ点を含んで発生し、局所消炎外縁部の未燃焼ガス流速に比べて局所燃焼速度が速いために、局所消炎領域が縮小し回復する。Global extinction mode では、局所消炎は二次元よどみ点を含んで発生し、局所消炎外縁部の未燃焼ガス流速に比べて局所燃焼速度が遅いために、局所消炎領域が拡大し全体消炎に発展する。</p>				

※印欄記入不要