



Title	予混合気脈動供給による振動燃焼制御と燃焼特性の改善に関する研究
Author(s)	梁, 泳準
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44208
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	やん 梁 泳 準
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 2 5 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 14 年 7 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械物理工学専攻
学 位 論 文 名	予混合気脈動供給による振動燃焼制御と燃焼特性の改善に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 香 月 正 司 (副査) 教 授 片 岡 勲 教 授 稲 葉 武 彦 教 授 高 城 敏 美 教 授 辻 裕

論 文 内 容 の 要 旨

省資源や環境負荷低減の立場から予混合燃焼が注目されているが、予混合燃焼を行わせる際に、家庭用燃焼器から産業用燃焼装置に至るまで自励振動燃焼の発生がしばしば問題になっている。そこで本論文では、振動燃焼の抑制策に取り組むためには、自励振動燃焼の特性やその影響などについての確に把握しておくことが不可欠であると考え、まず自励振動燃焼の特性と影響などについて調べた。これを踏まえ、予混合気脈動供給による振動燃焼の制御と、脈動供給の積極的な利用法について調べた。本論文の内容は次のように要約できる。

第 1 章は緒論で、本研究の背景を概観し、研究目的について述べた。

第 2 章では、混合気の定常供給時に発生する自励振動燃焼の特性と、その影響の観察を目的に、流路途中にステップ状の急拡大部を有する角断面の燃焼器を用い、自励振動燃焼の発生する混合気条件や燃焼器形状を明らかにした。

第 3 章では、振動燃焼に対する光ファイバを用いたラジカル自発光計測の有効性と妥当性について実験的評価を行った。また、高速度 CCD カメラにより燃焼室全体からのラジカル自発光強度を正確に計測し、光ファイバを用いて簡易的に測定されたデータと比較することにより、振動燃焼の検知には光ファイバを用いたラジカル自発光計測が有効であることを示した。

第 4 章では、振動燃焼発生の初期に効果的な制御を行うために、振動燃焼発生の予兆の検知を試みた、当量比の漸増とともに振動燃焼の強度が増長する遷移過程において、圧力変動およびラジカル自発光強度の変動の統計処理を行えば、振動燃焼発生の予兆が検知可能であることを見出した。

第 5 章では、混合気の脈動供給による振動燃焼の抑制の可能性を調べることを目的に、供給される混合気に強制的な脈動を与えることによって得られる非定常燃焼の特性と、混合気の脈動供給による自励振動燃焼の抑制の可能性を調べた。その結果、自励振動燃焼によって生じる流速変動が、付加する強制脈動によって生じる流速変動より小さい場合には、振動燃焼が抑制されることを見出した。

第 6 章では、パルス燃焼器のような短所がなく、その利点のみを生かす燃焼法として、混合気流に強制的に脈動を付加して供給する燃焼法を提案し、その特性を調べた。その結果、パルス燃焼器より騒音が低く、NO_x 排出量の低い連続燃焼が実現できた。

第 7 章では、本研究で得られた結論を総括した。

論文審査の結果の要旨

自励振動燃焼は圧力変動と発熱率変動の位相差がレーリ判定条件を満たす場合に発生し、燃焼機器にさまざまな悪影響をもたらすため、その発生を抑制することが必要である。本論文は、振動燃焼の制御と同時に、燃焼特性の改善にも役立てる目的で、混合気脈動供給法を取り上げ、その効果について実験的研究を行っている。その結果、混合気の脈動供給によって自励振動燃焼の制御に成功し、同時に自励振動燃焼と脈動燃焼に関して多くの知見を見いだしている。その主な成果は次のとおりである。

- (1) 自励振動燃焼は気柱振動型振動燃焼であり、発生した振動燃焼は、当量比変化に関係なく同じ定在波モードの圧力分布を示す。このとき、燃焼室より上流の整流部も含め、燃焼装置の系全体が定在波モードに対応する同一の卓越周波数に支配される。
- (2) 高価な高速度 CCD カメラを用いることなく、光ファイバを用いた簡易自発光計測によって振動燃焼の評価が可能であり、強い振動燃焼が起こっている場合ほど、その計測手法の信頼性は高くなる。
- (3) スペクトル解析の基本周波数を大きくとって FFT の周波数分解能を低くし、平滑化の回数を増やして現象を平均化して観察すれば、圧力と OH ラジカル自発光信号間のフェイズが、振動燃焼が発生している場合には、0 付近で小刻みに振動することを利用して、振動燃焼の予兆が検知可能となる。
- (4) 自励振動燃焼は、混合気流量、発熱率、燃焼室内圧力の変動が強い相間関係を保ちながら、極小、増加、極大、減少の連続的なサイクルを繰り返す現象で、本燃焼器系での卓越周波数は、ステップ後流に形成される渦状の燃焼領域の周期運動に関係している。
- (5) 供給混合気に強制脈動を与えることによる振動燃焼の制御には、付加する強制脈動の周波数を上げることよりも、振幅の大きい脈動を与える方がより効果的である。
- (6) 供給混合気流に対して、自励燃焼振動によって生じる流速変動強さより大きい流速変動を与えれば、燃焼振動が抑制可能である。
- (7) 混合気の脈動供給による NO_x の低減は、脈動供給によって混合気と燃焼ガスの混合が促進された結果、燃焼温度が低くなり、サーマル NO_x が形成される高温領域が広く形成されないことによる。本実験においては平均 100 ~ 200 K 程度の温度低下により最大約 50 ppm の NO_x 低減効果があることが示された。

以上のように、本論文は、自励振動燃焼の観測や予兆の検知とともに、制御法に関わる課題に対して新技術を適用することにより極めて有用な知見を得ており、燃焼工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値のあるものと認める。