

Title	Investigation on Characteristics of Oxygen-Fuel Combustion at High Pressure
Author(s)	飯野, 公夫
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45883
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	飯野公夫
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19482号
学位授与年月日	平成17年3月25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	Investigation on Characteristics of Oxygen-Fuel Combustion at High Pressure (高圧場における酸素燃焼特性に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 香月 正司 (副査) 教授 片岡 勲 助教授 赤松 史光

論文内容の要旨

酸素燃焼はエネルギー効率の向上と環境負荷低減をもたらす技術として、またさらに合成ガス製造技術のキーテクノロジーとして注目を集めている。しかしながら、酸素燃焼に関する情報は限られたものしか存在せず、特に、高圧下での燃焼挙動に関する情報は極めて少ないものとなっており、詳細な燃焼挙動に関する実験データは存在しない。

そこで本研究では、酸素燃焼特性に及ぼす雰囲気圧力の影響に関する数値解析を行い、火炎構造および反応メカニズムについて検討を行った。また高圧下での連続燃焼試験を可能とする実験設備を製作し、高圧下の乱流非予混合酸素燃焼火炎を対象として詳細な実験計測を行い、圧力による火炎構造の変化を明らかにした。さらに RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) を活用する数値流体解析 (CFD) に関して、高圧下での各種モデルの適用性に関して評価した研究例は存在しないことから、広く利用されている乱流モデルや乱流燃焼モデルがどの程度高圧燃焼場で適用可能であるかを検証し、適用性を評価した。

以下に本論文の内容を章別に要約する。

第1章は緒論であり、現在までの酸素燃焼に関する研究、高圧下での燃焼挙動に関する研究について概説し、本研究の目的と位置付けを明確にした。

第2章では、メタン-酸素軸対称対向流拡散火炎を対象として数値解析を実施し、高圧下における流体力学的ひずみの重要性と火炎温度に与える影響について明らかにした。また高圧下での火炎温度の上昇に寄与する反応メカニズムについて特定した。さらに圧力上昇によって活性化される反応ルートについて考察した。

第3章では、高圧下での連続燃焼試験を可能とする実験設備を用いてメタン-酸素同軸乱流非予混合火炎を対象に、雰囲気圧力を大気圧から 1.0 MPa まで変化させ、非燃焼時と燃焼時の流動場に対して LDV 計測を行った。そして平均流速および乱流統計量に及ぼす雰囲気圧力の影響に関して両者の比較・検討を行い、乱流エネルギーの圧力上昇に伴う増加傾向や乱流積分スケールの圧力依存性に関して明らかにした。また直接火炎観察と CH* ラジカル自発光計測を実施して、圧力上昇に伴う Re 数増大の観点から、圧力に対する火炎形態の変化について明らかにした。

第4章では、メタン-酸素同軸乱流非予混合火炎の数値解析を実施して、高圧下で収集した詳細な計測データと比較・検証することにより、高圧下での各種乱流モデルおよび乱流燃焼モデルの適用性評価を行った。非燃焼時および

燃焼時の流れ場に対する再現性に関して、乱流モデル間および乱流燃焼モデル間の差異に関して考察を行い、数値解析結果は、乱流燃焼モデルより乱流モデルの差異による影響が大きく、乱れの非等方性を考慮することの重要性を明らかにした。

第5章では本論文で得られた結論をまとめた。

論文審査の結果の要旨

環境負荷低減をもたらす技術、さらには合成ガス製造技術のキーテクノロジーとして酸素燃焼は注目を集めているが、これまで詳細な実験データ、特に、高圧下での燃焼特性に関する情報は少ない。

本論文は、酸素燃焼特性に及ぼす雰囲気圧力の影響を解明し、将来の酸素燃焼機器設計のための知見を得ることを目的としたもので、全5章から成り立っている。

第1章は緒論であり、これまでの酸素燃焼、特に高圧下での燃焼挙動に関する研究について概説し、本研究の目的と位置付けを明確にしている。

第2章では、メタン-酸素軸対称対向流拡散火炎を対象として数値解析を実施し、高圧下における流体力学的ひずみの重要性と、火炎温度に影響を与える要因について明らかにしている。また、高圧下での火炎温度の上昇に寄与する反応メカニズムを特定し、圧力上昇によって活性化される反応経路について考察している。

第3章では、高圧下での連続燃焼試験が可能な実験設備を用いて、メタン-酸素同軸乱流非予混合火炎を対象に、非燃焼時と燃焼時の流動場に対する雰囲気圧力の影響について調べている。その結果、乱流エネルギーの圧力上昇に伴う増加傾向や乱流積分スケールの圧力依存性を明らかにしている。また、直接火炎観察と CH^* ラジカル自発光計測を実施し、圧力上昇に伴う Re 数増大の観点から、圧力に対する火炎形態の変化について明らかにしている。

第4章では、メタン-酸素同軸乱流非予混合火炎の数値解析を実施し、乱流燃焼モデルより乱流モデルの差異による影響が大きく、高圧下では乱れの非等方性を考慮することが重要であることを明らかにしている。

第5章では本論文で得られた結論をまとめている。

以上のように、本論文は、高圧下での酸素燃焼特性について数値解析と実験の両面から検討を加え、基盤となる火炎特性と流動場特性に及ぼす雰囲気圧力の影響を明らかにしている。実験的に高圧下の酸素燃焼火炎の特性を明らかにしたのは初めてであり、将来の機器設計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あるものと認める。