

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11488 号
------	---------------

氏 名 李 軍

論 文 題 目

Study on combustion and NO_x emission characteristic of NH₃ flame

(アンモニア火炎の燃焼特性と窒素酸化物排出特性に関する研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	小林 敬幸
委員	名古屋大学	教授	田川 智彦
委員	名古屋大学	教授	加藤 丈佳
委員	名古屋大学	准教授	一野 祐亮

論文審査の結果の要旨

李軍君提出の論文「Study on combustion and NOx emission characteristic of NH₃ flame (アンモニア火炎の燃焼特性と窒素酸化物排出特性に関する研究)」は、水素キャリアの一つであり炭酸ガスを生成しないエネルギーとして位置づけられるアンモニアを、燃料として直接燃焼することに着目し、様々な条件下における燃焼特性およびアンモニアを構成する窒素から燃焼反応中に転換し生成する窒素酸化物の排出特性について、実験および計算機シミュレーションによって体系的に整理するとともに、都市ガスで駆動するガスエンジン発電機の燃料代替の可能性を実験的に評価するものであり、全6章から構成されている。

第1章では、一連の研究の背景を総括するとともに、研究目的を述べた。

第2章では、層流予混合火炎を用いて、アンモニアの燃焼性とその基礎特性を実験的に検討した。純アンモニアの燃焼速度は常温常圧下で10cm/s未満であり、安定してアンモニアを燃焼させるためには、燃焼速度の速い水素や他の炭化水素燃料を混合すること等が必要であることがわかった。メタンと同等の燃焼速度を得るためには、水素を50%前後を混合する必要があるが、これは、水素燃焼に伴う活性化学種の増大に伴う効果に起因することがわかった。また、メタンと同等の燃焼速度を得る水素を混合した火炎からは、1000ppmを超える窒素酸化物が生成することが明らかになり、その低減対策が必要であることを示した。

第3章では、アンモニアの燃焼速度を向上させるために、燃料を予熱する効果について、数値計算を用いて検討した。計算にはCHEMKIN4.0とNASA化学平衡データを用いた。計算結果より、300°C予熱すると室温条件下と比較して約3倍の燃焼速度が得られるなど、燃焼促進効果を定量的に把握するとともに、窒素酸化物の生成量への影響についても主反応経路の同定とともに定量的に議論した。

第4章では、他のアンモニアの燃焼促進手法として、酸素濃度を富化した空気を用いる効果について、3章と同様の数値計算を用いて検討した。計算結果より、酸素濃度を30%に富化した空気を用いると、室温下で酸素を富化しない条件と比較して2.6倍の燃焼速度の向上効果を得ることが可能であるものの、窒素酸化物の生成量も約3倍に増加することがわかった。これに対応するために、窒素酸化物の主生成反応経路を同定し、将来の抑制技術の開発のための指針を示した。

第5章では、都市ガスで駆動するガスエンジン発電機の燃料をアンモニアで代替する可能性を実験的に検討した。エンジンには容積110ccの4ストローク単気筒エンジンを用い、アンモニア・水素の混合燃料を様々な割合でメタンに混合した。その結果、100%に近い混合燃料でもエンジンは安定して駆動することを実証した。アンモニアの発熱量がメタンと比較して4割程度であるため、効率的にエンジン発電機を駆動させるためには燃焼特性に応じた専用設計が求められることを示した。

第6章では、本研究で得られた成果をまとめると共に今後の展望について述べた。

以上のように、本論文では、アンモニアを直接燃料として活用するために必要な燃焼速度や窒素酸化物の生成特性などに関する燃焼基礎特性を実験的に明らかにし、将来の代替燃料として実際に適用するための種々の燃焼促進効果等についても数値計算に検討するなど、工学上寄与するところが大きい。よって、本論文提出者、李軍君は博士(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。