

概要

低炭素あるいは脱炭素化社会に向けて、非化石資源燃料への転換は差し迫った課題である。LCS では、これまで燃料源としてカーボンフリー水素を取り上げ、CO₂ 排出量とコストについて提示してきた [1,2]。本提案書では、代替カーボンフリー燃料の代表例として「アンモニア」を取り上げ、その特異な燃焼特性を適用した新しい燃焼システムを提案し、さらに大規模発電用燃料の利用可能性について予備的な検討を行った。

アンモニアは、エネルギー密度が高くかつ容易に液化可能という特長がある反面、着火し難く、かつ燃焼速度が遅いという欠点の為に、これまで燃料としての認知度は高くなかった。ここではカーボンフリー燃料の特長を生かせる可能性を期待して、その燃焼特性を、新たに構築したより精度の高い詳細反応機構を用いて検討した。その結果、燃料リッチ範囲で、低 NO_x でかつ水素を生成できる燃焼が実現可能な操作条件を見出すことが出来た。

この知見に基づき、排ガス再循環の仕組みを組み合わせたコンバインドサイクル発電システム の概念を提案する。熱力学モデルを用いて効率と出力を予測し、予備的な経済性検討も行なった。提案するアンモニアリッチ燃焼コンバインドサイクルは、水素タービン発電システムと同等の出力を出すことが可能であり、経済性も同等である。低 NO_x 燃焼であること、および取り扱いの容易さなどから、水素発電システムに対して優位性があると考えられるので、アンモニア直接燃焼発電システムについてもさらに検討を進めるべきである。

Summary

Towards a low-carbon or decarbonized society, conversion to non-fossil fuel resources is an immediate task. In LCS, CO₂ emissions and cost of carbon-free hydrogen has been investigated and already issued as the proposal brochures [1,2]. This proposal aims to focus "ammonia" as a typical alternative carbon-free fuel with proposing a new combustion system applying unique combustion characteristics and preliminary study on the availability of fuel for large scale power plant.

Ammonia has the advantage of high energy density and easy liquefaction, but on the other hand it has not been recognized as a fuel because of the disadvantage that it is more difficult to ignite and lower burning speed compared to conventional fuels. By expecting the possibility of realizing feature of ammonia as the carbon free fuel, we examined its combustion characteristics using a newly constructed more accurate detailed reaction mechanism. As the result, we were able to find out the appropriate operating conditions that can achieve the stable combustion accompanied by the hydrogen formation and low NO_x formation within the range of fuel (ammonia) rich condition.

Based on these findings, we would like to propose a unique concept of combined cycle power generation system coupled with the exhaust gas recirculation module under the fuel rich condition. By using the predicted efficiency and power output calculated by the thermodynamic model, a preliminary economic evaluation is shown too. It's obvious that the proposed direct combusted ammonia-rich combined cycle can produce the power output equivalent to that of a hydrogen turbine power generation system under an economically advantageous or equivalent condition. Further development work on ammonia direct combustion power generation system should be carried out because it is well known that there is superiority to the hydrogen power generation system from the viewpoint of realizing low NO_x combustion and ease of handling and so on.