

環境省 地球温暖化対策技術開発事業

- 1 水素代替エネルギーとしての新水素・酸素混合ガスの 実用化技術開発

Development of new Energy Source as an Alternative Energy Source of Hydrogen.

(研究期間 平成 17 年度)

首席研究員
BRI Chief Fellow

坊垣和明
Kazuaki Bogaki

Abstract Oxygen-Hydrogen Mixing Atomic Symmetrized Aeration-Gas, which is formed by the electrolysis of water under a specific condition of vibrated agitating flow, is different from ordinary gas produced by electrolysis, and thought to have extremely special properties. The OHMASA-GAS is expected to be used as a new and safe energy source such as the replacement of a hydrogen fuel battery. This paper reports the basic properties and the possible future application for fuel batteries while demonstrating the safety and stability of OHMASA-GAS.

【研究目的及び経過】

本技術開発は、低周波振動攪拌条件下で電気分解によって生成される水素・酸素混合ガスを用いた、安全で操作性に優れた高効率発電技術ならびにそれを用いた住宅・建築用エネルギーシステムの開発を目標とする。将来の水素社会の実現に向け、水素の製造、貯蔵、輸送及び利用における様々な課題を解決する可能性のある有意義な技術開発であると考えられるが、混合ガス自体が従来にない製法による未知の性能を持つものと考えられることから、具体的な技術開発に先がけて、混合ガスの特性を明確にしておく必要がある。

そこで、本事業では、混合ガスの基本特性把握を目的として、混合ガスの成分分析、ガス発生効率や燃焼エネルギー性能などの基本特性把握、混合ガス発生装置の改良、ならびに混合ガスの操作性・安全性の確認等を行うものである。

【研究内容】

上記の目的を達成するため、以下の研究を行った。

1. 水素酸素混合ガス生成技術の確立

(1) 安全で確実な生成技術の確立

安全性等の検証を行うとともに、安価で確実な生成技術を確立する。

(2) 発生効率の向上

混合ガス発生装置における発生効率の向上を図るための開発を行う。なお、本項目については、発生装置は日本テクノ(株)の特許に基づくものであり、同社のみが製造可能であることから、日本テクノ(株)が主に行った。

2. 水素・酸素混合ガスの特性把握

混合ガスのエネルギー特性を明らかにするため、成分分析や燃焼発熱量等を求める。

(1) 燃焼エネルギーの把握

混合ガスの成分分析をGC/MSや質量分析計等により行い、燃焼エネルギーを明らかにする。本項目については、東京ガス(株)が実施した。

(2) 燃焼火炎の分光分析

分光計測技術を利用し、非接触で高精度に火炎温度を計測し、ガスの持つエンタルピー等を把握する。本項目は、東京工業大学(原子炉工学研究所)が実施した。

3. 水素・酸素混合ガスの安全性・操作性の確認

混合ガスの燃焼メカニズム(爆縮過程)を検討し、基本特性を確認する。併せて、燃焼ガスとしての利用可能性等を検討する。

また、爆発危険性・ガス漏れ等の確認実験を行って、安全性・操作性を検証する。

具体的には、混合ガスの点火実験(純ガス、空気と混合した場合など)、圧縮実験、貯蔵実験(漏れの有無等を確認)、等を行う。さらに、高圧でボンベに詰めた場合の落下実験等も行う。計測業務の一部は外注して行った。

4. 水素・酸素混合ガスの燃料電池への適応

混合ガスを各種の燃料電池へ導入するための検討を行う。

(1) 燃料電池への混合ガス導入可能性の検討

混合ガスを直接導入した場合の特性、および水素と酸素に分離して導入した場合の特性を検討する。

(2) 各種燃料電池への適用試験

固体高分子型燃料電池 (PEFC) における特性把握
市場導入されている固体高分子型燃料電池を用いてエネルギー効率向上等の確認実験を行う。

固体酸化物型燃料電池 (SOFC) における特性把握

固体酸化物型燃料電池は開発途上であるが、これに混合ガスを導入した場合のエネルギー効率向上等の効果を確認する。

【研究結果】

1. 水素酸素混合ガス生成技術の確立

混合ガス発生装置の改造で20%の発生効率向上が確認できた。当初の発生装置と比較すると効率は約2倍に向上している。しかし、燃焼させた場合に取り出せるエネルギーでの総合効率(燃焼エネルギー/発生に投入したエネルギー)は約50%である。

2. 水素・酸素混合ガスの特性把握

(1) 燃焼エネルギー(発熱量)の測定

混合ガスの成分濃度を分析した結果、水素約 67.5%、酸素約 32.5%であった。また、熱量算出の結果、約 9MJ/m³であった。これは都市ガスの熱量の 1/5 であり、多くの燃焼エネルギーが取り出せるものではないことが明らかになった。

(2) 燃焼火炎の分光分析

混合ガスを燃焼させ、その発光分光特性を計測し、混合ガス火炎の温度を、OHラジカルの振動回転スペクトルから振動温度、回転温度を求めた。大気圧故に回転温度とガス並進温度はほぼ平衡にあると考えられる。計測の結果、火炎のノズル出口直近での回転温度は約3300K以上の高温という結果が得られ、混合ガスが高温で燃焼することがわかった。このエンタルピー流であれば、熱的にもタングステンのような高融点金属(融点約3400)をも容易に熔融・気化させるほどのポテンシャルがあると言える。

3. 水素・酸素混合ガスの安全性・操作性の確認

安全性・操作性確認のため、混合ガスを詰めたガスボンベの落下実験、混合ガスを水素と酸素に分離したガスの点火実験等を実施した。その結果、いずれにおいても爆発ないしは爆発的燃焼等の現象は観測されなかった。

4. 水素・酸素混合ガスの燃料電池への適応

混合ガスを各種の燃料電池へ導入するための検討を行う。

(1) 燃料電池への混合ガス導入可能性の検討

混合ガスを固体酸化物型燃料電池に導入した場合、水素と酸素の反応性が非常に高く、爆発性の反応が予想

されるため、制御上および安全上の点から、導入は難しいと考えられる。

(2) 各種燃料電池への適用試験

固体高分子型燃料電池 (PEFC) における特性把握

固体高分子型燃料電池による実験の結果、一部の条件においては純水素よりも高い効率で発電できることがわかった。しかし、持続性に課題が残ることも判明した。

固体酸化物型燃料電池 (SOFC) における特性把握

固体酸化物型燃料電池は、燃料極と空気極の酸素分圧差に基づき発生する起電力により、電解質中の酸化物イオン (= 酸素イオン) の移動を通じて、燃料を電気化学的に酸化することにより発電を行うものである。通常、これらの反応は 1000 近い高温で行われる。

したがって、安定な制御を行うことが可能で、混合ガスを固体酸化物型燃料電池に導入することが出来たとしても、化学的な酸化反応 (= 燃焼) が優先的に起こるだけで、電気出力を取り出すことは難しいと考えられる。