

I125

水素製造用触媒一体化モジュールの改質性能[第一報]

(東京ガス) ○(法)西井 匠*・井関 孝弥・白崎 義則・安田 勇
(日本特殊陶業) 伊藤 正也・高木 保宏・志垣 秀和・彦坂 英昭・田中 裕之

1. 緒言

天然ガスを原料とするオンサイト水素製造は、燃料電池自動車等の燃料電池に水素を供給する最も有望な手段の一つである。なかでも、水素分離型改質器を用いた水素製造装置は、単一の反応器内に改質触媒と水素透過膜を組み込んだ、コンパクトかつ高効率な水素製造装置である¹⁾。

さらに、我々が開発した触媒一体化モジュール(MOC: Membrane On Catalyst)は、水素透過膜の支持体自体に触媒機能が付与されており、別置き改質触媒層を必要としないため、一層コンパクトな水素製造装置を実現することが可能である²⁾。また、MOCは、作製プロセスに既存のセラミック部品の製造技術を利用できるため、量産性に優れ、製造コストの大幅な低減も期待できる。このMOCについて、本稿では、改質性能の温度依存性および耐久性について報告する。

2. 実験方法

MOCの製作方法について以下に示す。まず、多孔質支持体は、NiOと8 mol% Y₂O₃-ZrO₂ (8YSZ)を混合し、押出成形により円筒状に成形した後、1400℃で焼成して作製した。なお、NiOは最終的に水素雰囲気中の還元処理により触媒活性化して用いた。次に、この多孔質支持体上に、無電解めっきによりPd、Agをめっきし、合金化処理を経て水素透過膜を形成した。製作した外径10 mm、長さ300 mmのモジュールの外観写真を図1に示す。

MOCを用いた水素製造装置の最適運転条件を検討するために、製作したMOCを用いて改質性能の温度依存性(500~550℃)を調べた。用いたMOCの膜厚は7.3 μm、膜面積は93.3 cm²である。試験条件は、原料都市ガス(CH₄:89.6% C₂H₆:5.6% C₃H₈:3.4% C₄H₁₀:1.4%)流量が0.28 NL/min (3.0 Ncc/min/cm²)、S/C比が3.0、1次側圧力が0.8 MPaG、2次側圧力が0.0 MPaGである。さらに、耐久性を調べるために、膜厚10.1 μm、膜面積92.6 cm²のMOCを用いて連続改質試験を行った。試験温度は550℃、他の条件は上記と同じとした。

3. 結果と考察

図2に水素製造量、転化率、水素回収率の温度依存性を示す。ここで、水素回収率とは(水素製造量)/(水素製造量+オフガス中水素流量)で表されるもので、反応により

生じた水素のうち膜を透過した水素の比率である。図2から分かるように、水素製造量、転化率、水素回収率のいずれも、試験温度に対してほぼ線形に増加し、550℃での水素製造量は500℃での水素製造量の約2.5倍であった。また、温度に対する傾きは、転化率や水素回収率に比べて水素製造量の方が大きかった。このことより、温度上昇時には、改質反応の反応率向上とPd-Ag膜の水素透過係数増加の相乗効果により水素製造量が増加したと言える。

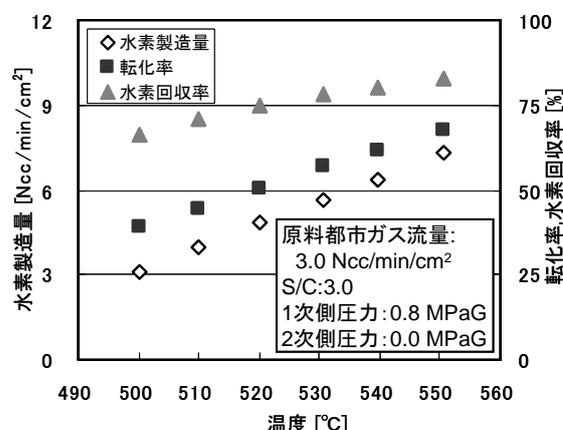


図2 改質性能の温度依存性

MOCの改質性能の耐久性を評価するために、750時間の連続改質試験を行った。その結果、水素製造量および転化率については、低下しないことが確認された。一方、製造水素純度については、時間の経過とともに低下が見られ、リーク増加の課題が明らかとなった。

【謝辞】

この研究は、NEDOの委託を受けて実施しております。関係各位に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) H. Kurokawa et al, 17th World Hydrogen Energy Conference, 2008, p113
- 2) 西井匠 他, 第29回水素エネルギー協会大会予稿集, 2009, p87

* 東京ガス(株) 技術研究所

西井 匠 <nishii@tokyo-gas.co.jp>



図1 外径10 mm×長さ300 mmの触媒一体化モジュール