

O114

水素分離膜の水素分離特性に及ぼす改質ガス流れの影響

(慶應大理工)○(学)桑原 雅人・(正)藤岡 沙都子・横森 剛・大村 亮・(正)植田 利久*

1. 緒言及び目的

本研究では CH₃OH からの燃料電池用高純度水素生成を目的とし、水素分離膜を組み込んだ水素分離膜一体型改質器について検討を加えている。本報では、水素分離膜面積、改質ガスの膜部付近での流れが水素分離特性に与える影響について実験的に検討を加えた。

2. 実験装置および方法

Figure 1 に対称円筒型改質器(SCR)の断面図を示す。SCR は前報[1]までの円筒型改質器(CR)と比べ、同程度の重量ではあるが、設置されている水素分離膜の面積は 2 倍となっている。SCR は改質部、分離部で構成されている。触媒には、Cu/ZnO/Al₂O₃ 触媒を、水素分離膜には Pd-Ag 膜を用いた。また、改質部出口を変更することで、同条件の下で分離膜へ供給する改質ガスの速度を変えることができる。

改質部において、CH₃OH と H₂O の水蒸気改質反応により改質ガスが得られる。改質ガスは、改質器中央に設置された水素分離膜に衝突する。分離膜を透過したガスは分離ガスとして、透過しなかったガスはオフガスとして排出される。それぞれのガスは、流量を石鹼膜流量計で、ガス成分を GC 及び赤外線 CO 測定器で測定する。加熱はガスバーナを用い改質器下部より行った。実験条件として CH₃OH と H₂O の流量をそれぞれ 1 mol/h とし、改質器内部の圧力は 0.4 MPa とした。また、改質ガス流速依存性実験では、水素分離膜付近ガス温度を 410 °C とした。推定透過水素流量は(1)式を用いて求める。ただし、P₁ は推定値 1 では改質ガスの水素分圧、推定値 2 ではオフガス(推定値)水素分圧とする。すなわち、推定値 1 は分離膜の最大性能値、推定値 2 は本実験条件を考慮した推定値となる。

$$F = \frac{qA}{d}(\sqrt{P_1} - \sqrt{P_2}) \quad (1)$$

F : 推定透過流量 q : 透過係数 A : 膜面積, d : 膜厚 P₁ : 一次水素分圧 P₂ : 二次水素分圧

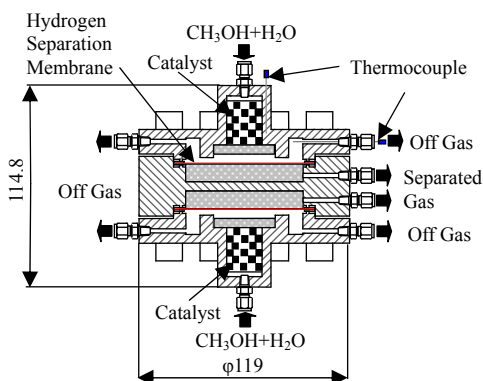


Figure 1 Schematic of Symmetric Cylindrical Reformer

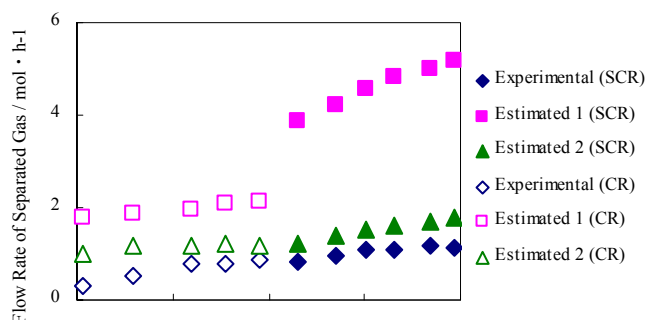


Figure 2 Flow Rate of Separated Gas vs. Temperature

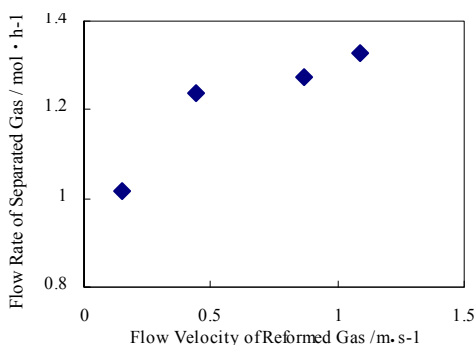


Figure 3 Flow Rate of Separated Gas vs. Velocity

3. 実験結果および考察

Figure 2 に SCR, CR の分離ガス流量を示す。SCR は 2 倍の分離膜面積を保持しており、推定値 1 より CR に比べ、分離ガス流量の最大値は大きくなること分かる。しかし、実験値では、分離膜面積の増加による分離ガス流量の大幅な増加はみられなかった。これは、分離膜表面への供給水素流量が少ないため、透過水素による 1 次側の水素分圧の減少が大きく影響したためと考えられる。その減少を考慮した推定値 2 と実験値は近い値を示した。これより、水素透過による 1 次分圧の減少を考慮することで、透過水素流量に関してより正確な推定を可能とする。

Figure 3 に分離ガス流量の改質ガス速度依存性を示す。改質ガス速度の上昇とともに分離ガス流量が増加する。これは、流速が増加することで、膜表面への水素供給量が増加するためと考えられる。

4. 結論

燃料流量が少ない場合、分離膜の面積を大きくしても、大幅に透過水素流量は増加しない。また、分離膜へ供給する改質ガスの流速を上げることで、透過水素流量を増加させることができる。

【謝辞】 本研究の一部は文部科学省 G-COE 「環境共生・安全システムデザインの先導拠点」に依る。

【参考文献】

[1] 桑原ら, 化学工学会 第 74 年会, 2009, D106.

*E-mail : ueda@mech.keio.ac.jp