

水素を用いた熱流量可変伝熱板の開発研究

評価技術課 関口徳朗 奈須野雅明 九曜英雄

1. 緒言

エネルギーは動力や電力など様々な形で利用されるが、最終的には熱に変わる。エネルギーの有効利用の観点から、高温の熱から常温の熱になるまでコジェネレーションのようにカスケード利用する場合や、工場や家庭などの排熱や温排水、自然界では温泉熱や太陽熱など、地域に広く散在する低温熱から動力や発力を再生させる技術が注目されている。これらシステムでは利用する熱の流れは水や油などの液体の流体が媒体とされる場合が多い。これら流体による熱利用システムは複雑で小型化が困難である。本研究ではこのような熱利用システムの伝熱経路に流体を用いず熱の流れを可変制御できるコンパクトな伝熱板の可能性について検討した。

図1に本研究で試作した伝熱板の概念図を示す。伝熱板は、2枚のアルミ板の中に水素と窒素の混合ガスを封入し、その中の水素ガス分圧を変化させることによって、伝熱板全体の熱伝導を変化させるものである。水素の熱伝導率(0.172 W/m・K)は窒素の熱伝導率(0.0234 W/m・K)に比べ7倍近く高く熱を伝えやすい気体である。これらを混合気体にしたときの熱伝導率の変化を計算プログラム^[1]によって求めたものを図2に示す。図より混合ガスの熱伝導率は0.172~0.0234 W/m・Kの間ほぼ直線的に変化させられることがわかる。また、容器内の水素分圧を変化させる手段として、固体高分子電解膜を用いた水素ポンプが考えられる。^[2]このポンプは電気化学的に水素を移動させることから、混合ガスであっても水素のみを選択的に移動させることが可能であり、混合ガス中の分圧を変化させるのに適する。

今回は、伝熱板を試作し充填ガスと熱伝導の変化についての実験を行った。

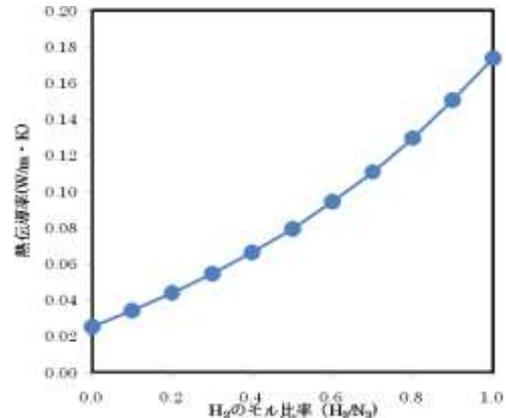


図2 水素分圧による熱伝導率変化 [計算値]

2. 結果と考察

図3に試作した伝熱板の写真を示す。伝熱板は直径80mm、厚さ0.5mmのアルミ板2枚の間に、外径80mm、内径60mm、厚さ5mmのシリコンゴムを挟み、混合ガスを充填する空間を設けた。またこれらを内径60mmのステンレスフランジで固定した。この時アルミ板とフランジ間はシリコンゴムで断熱した。

図4に本実験に用いた装置の概略図を示す。伝熱板内部には水素、窒素ボンベより所定の割合となるようにガスを導入し、ヒートガンを用いて伝熱板下部が180℃となるように調整した。その後伝熱板上部の温度変化を測定し、伝熱板上部が30℃になった時点から80℃になるまでの時間を計測した。

図5に水素ガスのみ導入し圧力変化させた場合の伝熱板上部の温度変化のグラフを示す。図より水素ガスのみの場合には圧力を変化させても温度変化に大きな差は見

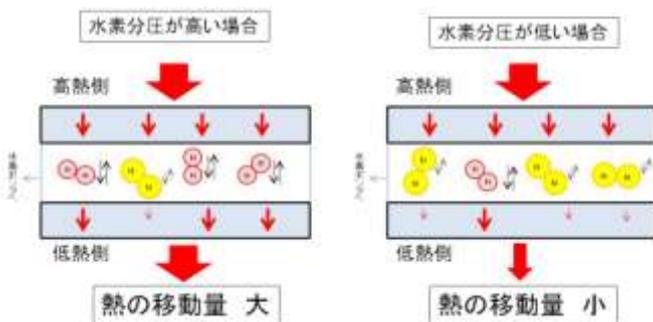


図1 熱伝導率可変伝熱板の概念図



図3 試作した伝熱板

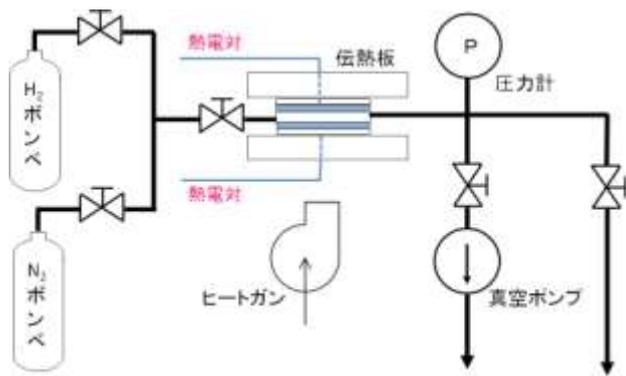


図 4 実験装置概略図

られなかった。

また、図 6 に全体で内圧が 0.1MPa となるように各ガスを導入したときの伝熱板上部の温度変化のグラフを示す。図より窒素ガスのみ導入した場合には 80°C に上昇するまで 347 秒要したが、混合ガスで窒素と水素の分圧がそれぞれ 0.05MPa の場合は 304 秒、水素ガスのみ導入した場合は 255 秒と、水素ガスを導入することで伝熱板上部の温度変化が速くなることがわかった。

これらの結果より、純ガスの場合では圧力を変化させても熱の移動に変化は見られないが、混合ガスでは分圧を変えることで熱の移動を操作できることがわかる。

3. まとめ

水素ガスと窒素ガスの混合気体を用いた熱流量可変伝熱板を試作し、伝熱板内部の混合ガスの分圧を変化させ、その時の温度変化について実験をおこなった。その結果、水素のみの圧力変化では差が見られなかったが、窒素との混合ガスの分圧を変化させることで熱流量を変化させられることを確認した。ただし今回の実験では、伝熱板の真空時の気密性を確保できず、構造自体の熱伝導の影響を見積もれていない。今後は使用材料を含め、伝熱板の構造の見直しが必要になるとと思われる。

キーワード：伝熱板、水素、熱伝導率、水素ポンプ

Development of Heat Transfer Plates with Variable Heat Flow Using Hydrogen

Noriaki SEKIGUCHI, Masaaki NASUNO and Hideo KUYO

Using hydrogen and nitrogen, the heat transfer plates with variable thermal conductivity has been developed. Internal heat transfer plates are filled with a mixture of hydrogen and nitrogen gas. And the conduction of heat were measured at varying partial pressure of hydrogen. The result confirmed that the heat flow can be varied. In addition, pure hydrogen, the change in heat flow due to changes in pressure could not be measured.

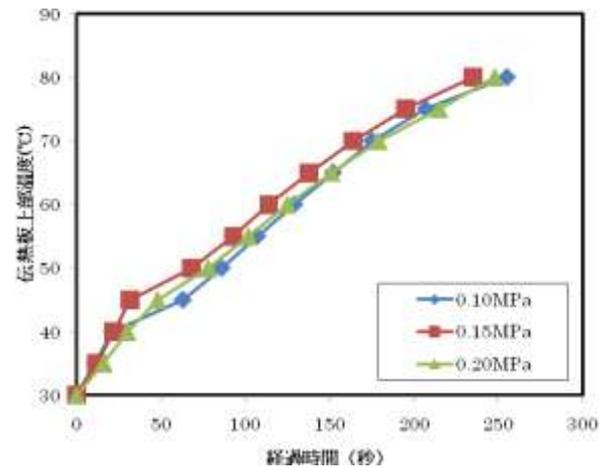


図 5 水素圧変化による伝熱板上部の温度変化

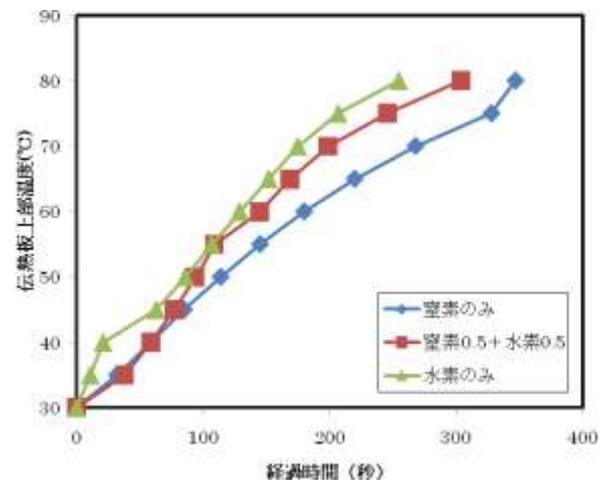


図 6 窒素混合による伝熱板上部の温度変化

「参考文献」

- [1] 混合ガスの物性値計算 Ver1.03, Maymay, 2004
- [2] 関口ほか, 富山県工業技術センター研究報告, 2004, 18, 78