

G 水素モデル社会システムの実現に関する包括的研究

題目	MH 水素吸蔵タンクに適用されるフィン形状の検討
著者	勝田正文, 裏相哲, 林 冠廷, 沈 啓杰, 五十嵐裕樹

1. 研究背景・目的

ここ数年、再生可能エネルギーの開発はますます注目されている。水素は最もクリーンなエネルギーで、単位質量当たりの発電量が高く、発電効率も高いと言える。水素吸蔵合金 (MH) を使った MH 水素タンクは常温常圧付近で水素を吸蔵放出することが可能である。そして安全に水素を供給でき、水素吸蔵と放出の量と速度をコントロールできる。加えて、体積貯蔵密度が大きいので、設置環境を最小限にでき、保守点検管理が容易になる。以上のメリットを考慮すれば、水素吸蔵合金は水素貯蔵設備に適用可能であると考えられる。

本研究では、MH 水素吸蔵タンクを取り上げ、その伝熱性能向上のために、過去の多くの研究で使用されている十字フィンにもとづいて、中心に円を加えた円十字フィンを提案し、シミュレーション結果と実験結果を比較して、フィン最適形状を検討した。

2. 研究方法

2.1 シミュレーションにより、伝熱促進効果評価

研究対象として、水素タンクのモデルをデザインした。MH の材料は LaNi₅、満充填で、空隙率は 0 と仮定した。軸線方向の伝熱を無視して、二次元のモデルを仮定した。

円十字フィンの内径をパラメータに設定し、異なる形状のフィンを作製した。このように、異なる内円形フィンの伝熱促進効果を比較検討した。

2.2 実験検証

Solidworks によるシミュレーションの結果は、理想的な数値である。これらの結果を検証するために、実験を行った。実験用銅管の内径は 15mm であるため、加えて円内径 5mm の円十字フィンを製作し、実験を行った。

温度変化を観測して、有効熱伝導率も非定常法を用いて測定した。有効熱伝導率の実験条件を表 1 に示す。新たな実験装置も作って、内径 65.9mm のタンクに中心温度の変化を観測した。

Table 1 Materials and thermal properties of MH tank model

Used Alloy	LaNi ₅
Mass g	100
Atmospheric gas	He
Pressure MPa	0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0

3. 研究成果

3.1 水素を吸蔵していない場合

20℃から 80℃まで、非定常解析した。全体平均温度が 75℃を越えるために必要な時間と円十字フィン内径の関係を図 1 に示す。内径が 24mm のフィンの伝熱促進効果は最も高いと考える。

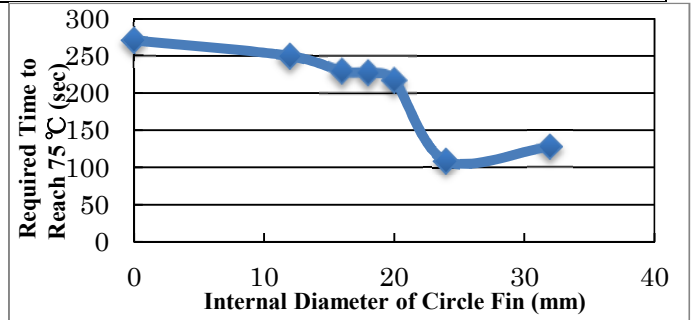


Fig. 1 Required time to reach 75°C vs internal diameter of circle fin

3.2 水素を吸蔵する場合

LaNi₅ 粉体層に 100W の熱量を与えて、非定常解析した。平衡温度の平均値は図 2 に示す。内径が 24mm のフィンの伝熱促進効果は最も高いと考える。

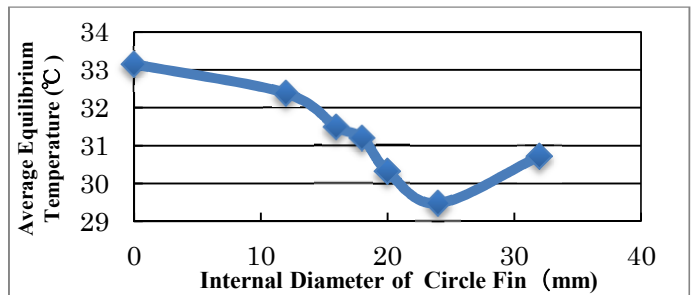


Fig. 2 Average equilibrium temperature

3.3 実験検証

一定の差が存在しているが、定性的傾向は類似であるため、解析結果はおおよそ現象を正しく把握できていると思われる。

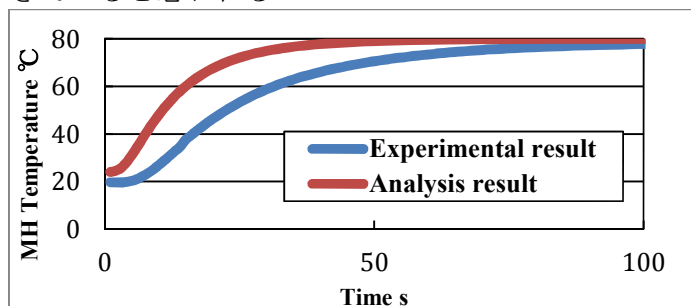


Fig. 3 Temperature change of MH

4. 結論

本研究により、円十字フィンを採用する際、水素吸放出どちらの場合においても MH タンクの外径が 50mm の際には円内径が 24mm のフィンが最も伝熱を促進する。また実験値をもとにした解析は、現象を正しく把握できており、フィンの比較の際には有効である。

5. 学会発表

学会発表の予定は以下の通りである。

学会名	発表年月
17 th International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue	July 9-12, 2018