

自然冷媒による次世代冷凍空調サイクルの包括的研究

研究目的	強制対流下におけるコルゲートルーパーフィンの着霜現象 —基礎特性の把握及び凹凸平板表面性状の影響—
著者	勝田 正文、土志田 弘輝、寺門 優樹、安井 健蔵、金子智

1. 研究背景・目的

現在、ハイブリッド車や電気自動車の開発に伴い、空調機器に対しては変化が求められており、走行距離に対する影響低減と暖房熱源の確保が重要である。電費を考慮するとヒートポンプシステムによる暖房を行うのが有効であると考えられるが、寒冷地での使用による室外熱交換器の着霜現象による熱伝達率低下と圧力損失増加が課題となることが予想される。

本研究は、着霜耐力及び除霜性能の面でその優位性が期待されるフィンレス熱交換器と現行の自動車空調用熱交換器として広く用いられているコルゲートルーパーフィンを有する試験体を用いて、基礎特性把握及び表面性状による影響を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法及び条件

実験装置は主に温調空気供給装置、ブロウ、体積流量計、テストセクション及びそれらを連結するダクト類で構成される。実験条件を以下に示す。初期風量は両テストピースの平均風速を等しくさせた。テストセクション前後の空気状態とテストセクションへの熱流束を測定すると同時に、デジタルマイクロスコープを用いて各パラメータの氷柱間隔を測定した。

表 実験条件

入口空気温度	°C	7.0
入口絶対湿度	kg/kg	0.00533
冷却面温度	°C	-10.0
初期風量 (凹凸平板)	m ³ /h	5.0
初期風量 (コルゲートルーパーフィン)	m ³ /h	6.88

3. 研究成果

3.1 氷柱観察

片側をアクリル平板としたテストセクション流路内において霜成長観察を行い、霜柱発生期における初期氷柱間隔、測定を行った。その結果と実験開始150~210秒後の各霜柱発生期の様子を以下に示す。

表面粗さが大きいほど氷柱間隔は大きくなる。また表面を流路方向に加工することで楕円形の氷滴が形成され、氷柱間隔に影響を与えることが分かった。超親水処理をすることによって一つの氷滴から複数の氷柱が観察され、その氷柱間隔は最大を示した。また超撥水処理を施したテストピースでは液滴が凝固するタイミングと氷柱の発生するタイミングがばらばらであり、測定困難であった。

表 氷柱間隔(加工方向)

表面加工	流路垂直方向			流路方向
	1.3	2.4	3.7	
平均表面粗さ μm	1.3	2.4	3.7	1.3
氷柱間隔 mm	0.071	0.085	0.087	0.080

表 氷柱間隔(濡れ性)

表面処理	超親水加工	未処理	超撥水加工
濡れ性 度	~10	60~90	150~
氷柱間隔 mm	0.093	0.071	

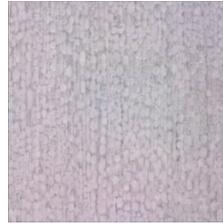


図 未処理(流路垂直方向)

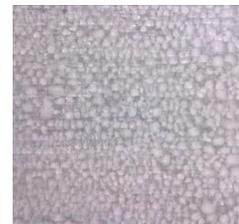


図 未処理(流路方向)

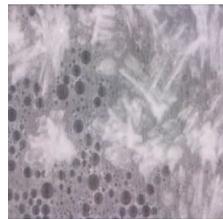


図 超撥水处理



図 超親水处理

3.2 基礎特性比較

凹凸平板、コルゲートルーパーフィンの差圧・吸熱量・着霜量を測定し、それらを比較したものを以下に示す。

超撥水処理を施したテストピースにおいて、液滴が下流方向に飛ばされる様子が確認できた。飛ばされた液滴がテストピースの下流側に集積され、全体の着霜量が増加すると同時に、閉塞までの時間を遅らせたと考えられる。

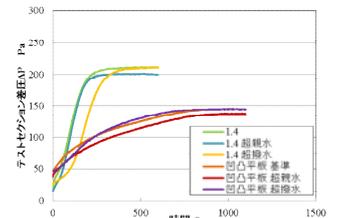


図 差圧比較

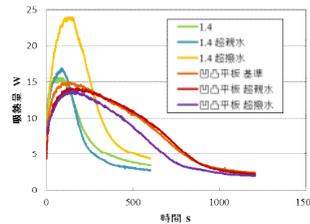


図 吸熱量比較

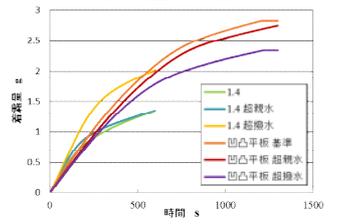


図 着霜量比較

4. まとめ

- 表面性状を変化させ、霜成長予測モデルに必要な霜柱発生期における霜柱間隔への影響をマイクロスコープを用いて実測した。
- 超撥水処理は超親水処理に比べ影響が大きく、コルゲートルーパーフィンを有した実験では大きく性能が向上し、凹凸並行平板を用いた実験では性能が低下した。

また以下に本研究室における他の研究を紹介する。

- ✓ 車載用CO₂エアコンのサイクルシミュレーション - 走行モード変化に伴う非定常時におけるサイクル挙動の評価 -
- ✓ 水平多連分岐管での R134a 気液二相分流特性 - 実機と同条件下での特性把握