

令和5年度国外研修報告書

「金属3Dプリンタを用いた蒸発熱伝達に関する研究」

研 修 先：イタリア パドバ大学

研 修 期 間：令和5年6月4日~令和5年10月12日

研修協力者：パドバ大学サイモン准教授

(国外研修員)

学部 理工学部

職名 講師

氏名 福田 翔

目的

現在、新たな加工技術として金属 3D プリントが注目されている。また、3D プリントを用いた製作では、製作する角度によって形成されたものの表面の粗さが異なる。そこで本研究ではその製作角度に対して変化する表面粗さが蒸発熱伝達率に与える影響について検討する。

製作した熱交換器について

図 1 に制作した熱交換器の寸法を示す。製作するにあたり表面粗さに注目するため、流路形状は単純な直径 5mm の円とし、熱交換器前後に圧力損失を測定するための圧力ポートを設けた。熱交換器に与える熱量はヒータ加熱とし、ヒータ加熱に用いる電熱線を配置する溝を設けてある。また、熱伝達率の算出には壁面温度を測定する必要があるため、熱電対を配置するための穴を 8 か所設けた。

図 1 の図面より 3D モデルを作成し、3D プリントによって出力した。また、出力する際の製作角度の違いによって 3 種類のサンプルを作成した。表 1 に作成したサンプルの製作角度および流路直径を示し、図 2 にその製作角度の定義を示す。製作角度は圧力ポートが上部に向く姿勢での底面と製作面の角度としている。サンプル No.1 では 2 つ作成し、一つを数か所切断することによりその直径を実際に測定した。サンプル No.3 および No.4 については No.1 を元にその直径を簡易的に算出した。簡易的な算出方法については後述する。

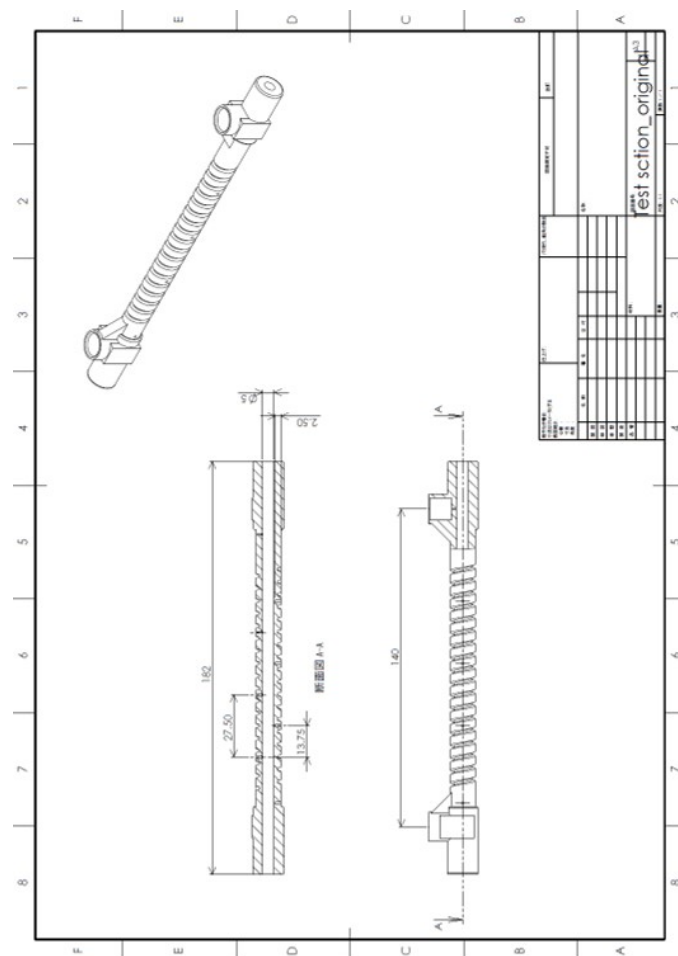


図 1 製作した熱交換器の寸法

表 1 製作した熱交換器の製作角度と流路直径

No.	θ	d_i : inner diameter [mm]
1	15°	4.79 (measured)
3	30°	4.65 (by simple measurement)
4	45°	5.10 (by simple measurement)

θ : Angles when creating test sections

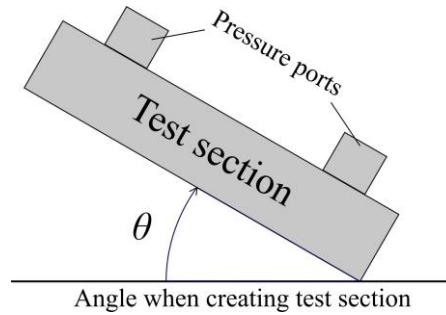


図 2. 製作角度の定義

簡易的な直径算出方法について

簡易的な直径の算出方法は下記の手順で行った。

1. サンプルをクランプで空中に垂直に保持する。
2. サンプルの穴から LED ライトを上から当てる。
3. サンプルの底から一定の距離 (10cm) に紙を置く。
4. 光を紙に投影しながら、ペンで光を塗りつぶす。

図 3 に塗りつぶした状態を示す。

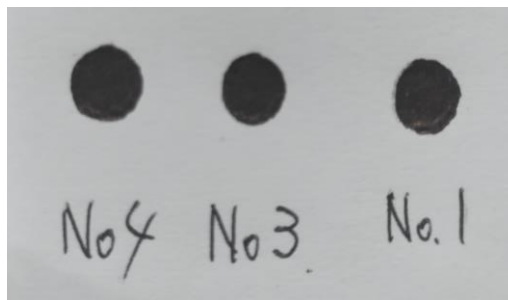


図 3 塗りつぶした各サンプルの流路形状

5. 画像処理ソフトを使って、上記の塗りつぶしの円周と面積を測定し、水力直径を算出する。
6. 算出した水力直径比と No.1 の実直径から、No.3 と No.4 の直径を算出する。

* 上記の方法は、光が通過する面積しか測定していないことに注意。

実験条件

表 2 に実験条件を示す。測定する冷媒は R1234yf とし、測定する飽和温度を 30℃とする。測定する熱流束は 15, 30, 60, 90 kW・m⁻², 質量速度は 100, 150, 200, 300 kg・m⁻²・K⁻¹とする。

表 2 実験条件

Refrigerant	R1234yf
Saturation temperature [°C]	30
Heat flux [kW・m ⁻²]	15, 30, 60, 90
Mass velocity [kg・m ⁻² ・K ⁻¹]	100, 150, 200, 300

まとめ

本研修では、金属 3D プリンタを用いて熱交換器を製作した後に、蒸発伝達を測定することを目的としていたが、本研修期間においては熱交換器を設計し金属 3D プリンタによって 3 種類の異なる熱交換器を製作することにとどまった。しかしながら、その後の熱伝達率の測定については研修先の大学にて実施していただき、共同で論文を作成する予定である。