

日本実験力学学会 2022 年度 年次講演会に参加して

青木 理夏

Rika AOKI

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2022年8月24～26日に鳥取大学にて開催された、日本実験力学学会2022年度年次講演会に参加し、「数値シミュレーションを用いた冷凍ショーケースにおけるエアカーテンの熱流動特性に関する研究」のタイトルで発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景

冷凍ショーケースとは、スーパーなどで冷凍を必要とする商品を陳列する際に用いられる。冷凍ショーケースは、クローズド型冷凍ショーケースと、オープン型冷凍ショーケースがある。本研究では、クローズド型冷凍ショーケースを対象とする。

冷凍ショーケースの扉を開けると、外気から湿気を含んだ暖かい空気が冷凍庫内に入り、庫内温度が上がり、冷やすために消費電力が増加し、また、中の商品や庫内に霜がつく。そこで、この現象をシミュレーションで再現、数値化することにより問題点を把握し、最適設計を行うこと目的とした。

本研究では、まず一度の扉の開閉によってショーケースの庫内と庫外の温度がどのように変化していくのかを、解析条件を変え、解析を行った。

2.2 解析条件・方法

実際の製品の3DCADモデルを用いてFig.1の形状を熱流体解析ソフト「PHOENICS」上に構成し、数値シミュレーションを行った。

ショーケースの扉を開けたときの現象の把握をするために、2段階に分け解析を実施した。まず、ショーケースの扉を閉めた状態で、定常計算の解析を

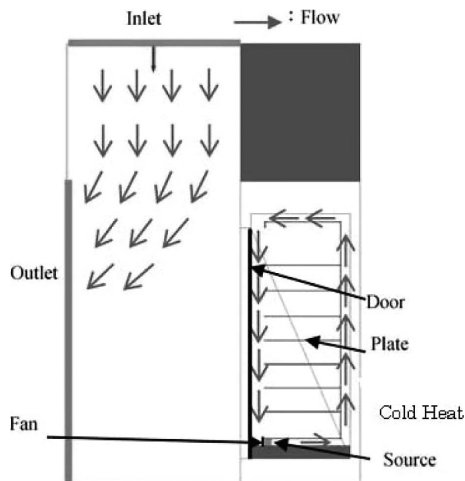


Fig. 1 Flow of Air

行った。

解析条件は、冷熱源の温度を -20°C 、ファンの速度が0.1, 0.5, 1.0 m/sの3つの条件で、庫内の設定温度を -20°C とした。

次に、定常計算の解析結果を初期値として、非定常計算を行った。消費者がショーケースの扉を開けることを想定して、ショーケースの扉をなくして30秒間の非定常計算を行い、庫外・庫内の温度変化を検討した。

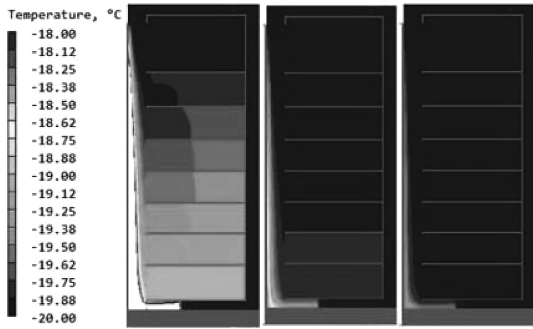
2.3 解析結果・考察

2.3.1 扉を閉じた状態に対応する定常計算

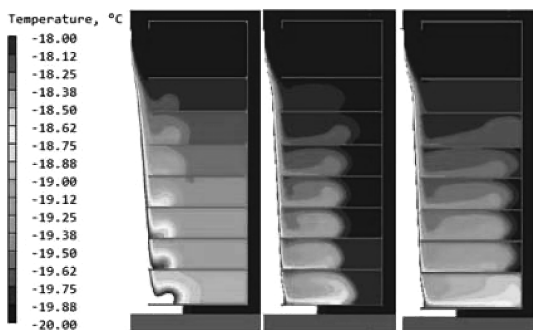
ファン速度を0.1, 0.5, 1.0 m/s、冷熱源の温度を -20°C にして、解析を行った。Fig.2に温度コンター図を示す。図より、ファン速度が0.1 m/sのとき、庫内全体が -20°C に冷やされず、下から2段目までが庫外の空気の影響を受けて約 -19°C になった。また、ファン速度を速めること庫内全体が -20°C になり、庫内全体に冷気を循環させることができた。

2.3.2 扉を開けた状態に対応する非定常計算

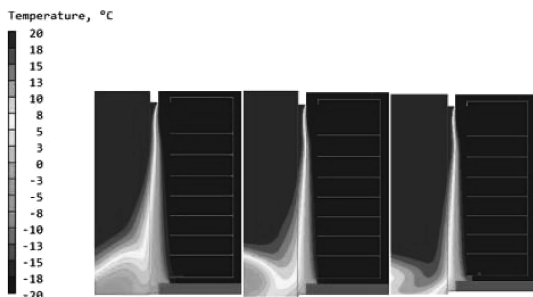
ショーケースの扉を開けた状態に対応する非定常計算において、0～90秒間の解析を行った。Fig.3に90秒後の温度コンター図を示す。なお、速度分



Fan velocity (a) 0.1 m/s (b) 0.5 m/s (c) 1.0 m/s
Fig. 2 Contour of Temperature



Fan velocity (a) 0.1 m/s (b) 0.5 m/s (c) 1.0 m/s
Fig. 3 Contour of Temperature (t=90 s)



Fan velocity (a) 0.1 m/s (b) 0.5 m/s (c) 1.0 m/s
Fig. 4 Contour of Temperature (t=90 s)

布より、どのファン速度においてもエアカーテンが存在していることも確認できた。図より、ファン速

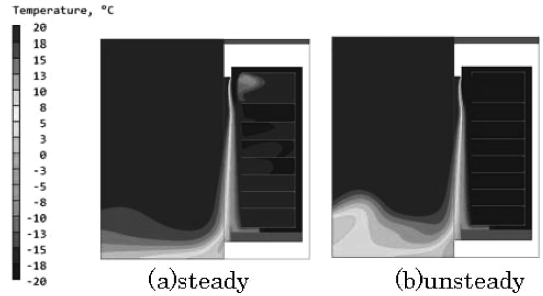


Fig. 5 Contour of Temperature

度が 0.1 m/s のとき、エアカーテンとしての速度が十分ではなく、ショーケースの下部まで冷気が伝わらないため、他のファン速度のときよりも庫内の温度が高いことが分かった。また、庫内の温度は、下段から上昇することが分かった。ファン速度が速いと、外気を取り込むのも速いためファン速度が 0.5 m/s よりも 1.0 m/s の方が庫内温度が高いと考えられる。

また、Fig. 4 に初めから扉がない場合の定常計算の結果を示す。図より、ファン速度によらず初めから扉がない場合のエアカーテンの形状は乱れていないことが分かった。

Fig. 5 のエアカーテンの形状に着目すると、扉を開けた状態の定常計算と扉を開けて 90 秒後の非定常計算のエアカーテンの形状がほぼ同じ形状になっている。このことから、本研究で用いた方法ではオープン型のショーケースのもと同じであると考えられる。また、速度分布もほぼ同じになった。

3. おわりに

最後に、今回初めての学会発表で様々な発表を聞くことができ、貴重な経験ができたと感じた。また、多方面にわたりご支援いただいた多くの方々に感謝いたします。