

廃熱利用

Waste heat utilization

福岡県立鞍手高等学校理数科2年

北山 玲央 桑田 直樹 長野 幹平
松本 拓朗 岩熊 萌衣 坂田 侑紀奈

指導教員 草野 知一郎

要旨

私たちが普段何気なく使用している照明、テレビ、自動販売機等は、稼働すると熱を生じ、その熱は使われることなく失われていく。私たちはそんな廃熱がもったいないと感じ、利用できないかと考えた。そこで、中でも多くの廃熱があると言われる工場内の製品輸送車を廃熱で駆動させることを目的とし、廃熱利用を行うことにした。工場内では化石燃料を使用した自動車や列車で物を運んでいた。製品輸送車を廃熱で代用できれば化石燃料の使用を削減できると考えた。実際に工場の廃熱を利用して実験することは困難であるためパソコンを工場と見立て、実験を行った。

私達は、パソコン内の熱源を探し、熱源の温度や面積からエネルギー変換装置を選出し、モーターカーを走らせることを行った。私たちは更に、モーターカーの仕事量の増加を図り、モーターカーの積載量と移動距離の関係を調べた。結果、モーターカーの仕事量をもっとも大きくなる時積載量の値も得ることができた。

1 はじめに

実際に工場の廃熱を利用して実験をすることは困難であるためパソコンを工場と見立て、パソコン内の廃熱だけを利用してモーターカーを駆動させる実験を行ったが、より実用性を高めるため、効率の良さ、安全性、継続性を重視して行った。

2 実験

2-1 パソコン内の熱源

パソコン内の熱源をサーモメーターを使って探した。結果 CPU を熱源として使用することとした。



2-2 熱源の過熱

工場の廃熱温度 (100°C~250°C) に近づけるため、「スーパーπ(アプリ①)」「prime95(アプリ②)」というアプリを起動した。その際パソコン付属のファンの風が有る場合と無い場合でも比較した。

	時間(秒)	最高温度 (°C)	強制終了
①/有	50	61.7	無
①/無	100	75.6	無
②/有	20	49.8	無
②/無	170	91.0	有
①②/有	20	63.4	無
①②/無	190	96.2	有

工場の廃熱温度に満たない温度ではあるがパソコンの故障の恐れもあるのでこの温度での廃熱利用を行う。

2-3 エネルギー変換装置の選出

熱エネルギーの変換装置としてスターリングエンジンとペルチェ素子を挙げることができる。

エネルギー変換の回数が少ないとエネルギー消費も少なくて良いと考え、最初は、熱エネルギーを運動エネルギーに変換するスターリングエンジンの回転で車を引っ張ることを検討した。

しかし、スターリングエンジンは初動が遅い上、車を引くだけの力が発揮できなかったため、断念した。

一方ペルチェ素子は熱源に直接乗せ、上面を冷やすと熱エネルギーを電気エネルギーに変換することができ、ペルチェ素子をモーターにつなぐことで車を走らせることにも成功した。

ペルチェ素子の冷却方法として保冷剤を使用すると「結露によって生じる水滴でパソコンが故障する危険性がある」「熱源の温度が高いため保冷剤の融解がはやく、安定して冷却を行うことができない」等の問題点が発覚した。パソコンに付属しているヒートシンクとファンを使用して冷却を行うと安定してペルチェ素子を冷却することができた。

2-4 熱源面積の拡大

$W=FS$ の公式でモーターカーの仕事量の最大値を求める為、錘を乗せても速度が落ちること

との無いようにヒートパイプで熱源の面積を広げ、モーターを2個積もうと考えた。

熱源にヒートパイプを敷き詰めたときのヒートパイプと熱源の温度差は平均4°Cでペルチェ素子を使用するのに十分な温度で熱源面積を拡大し、加熱することに成功した。しかし、拡大した熱源にペルチェ素子を2枚並べるとヒートシンクの面積がペルチェ素子2枚分の面積に及ばなかった為、冷却が充分行えず、2枚分の発電をすることができなかった。保冷剤での冷却も試みてみたがやはり、安定した冷却を行うことができなかった。

以上の実験から車の駆動にはペルチェ素子、モーター共に一つずつ使用し、ペルチェ素子の冷却にはヒートシンクとファンを使用することとした。

2-5 また、モーターカーの仕事量を増加させるためモーターカーに錘を積載することとし、その時の仕事量を求める公式を次のようにした。

$$W=FS$$

W=仕事

F=力

S=移動距離

$$F=\mu'N$$

F=力

μ' =動摩擦係数

$$N=Mg$$

N=垂直抗力

$$F=\mu' Mg \dots \textcircled{1}$$

M=全質量

g=重力加速度

$$S=VT$$

S=移動距離

$$V=\frac{1}{t}$$

V=速さ

T=一定時間

$$S=\frac{1}{t} \times T \dots \textcircled{2}$$

t=1mを走行するのに要する時間

①、②から

$$W=F \times S$$

$$= \mu' Mg \times \frac{1}{t} \times T$$

$$= M \frac{1}{t} \times \mu' g T$$

となり、 $\mu' g T$ の値は一定であるため、 $M \frac{1}{t}$ の値が車の仕事量の増減と比例すると言える。

2-5 車の仕事の最大値

錘の積載量はモーターカーの質量64(g)を除いたものとする。

積載量m	0	50	150	250	350
全質量M	64	114	214	314	414
時間t	2.05	2.32	2.74	3.03	3.58
M/t	31.2	49.1	78.1	103.6	115.6

積載量m	450	550	650	750
全質量M	514	614	714	814
時間t	4.99	5.50	7.06	×
M/t	103.0	111.6	101.1	×

結果、350 gの錘を乗せた、総積載量414 gのとき車の仕事量が最大であることが分かった。

3 結果

今回の廃熱利用では、ペルチェ素子を使用して発電を行い、モーターカーを動かすことができた。その際車の仕事量を最大にする錘の重さは350 gであった。

4 まとめ

今回は車の駆動を目的としたが、実験の中で、熱エネルギーから運動エネルギーへの変換が可能であることや、熱エネルギーを熱エネルギーのまま別の場所へ移動させることが可能であることがわかった。

その他にも、熱エネルギーをそのまま使用し、お湯を作ることや、熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、工場排水の電気分解などで地域貢献ができないか検討している。

また、パソコンを工場に見立てて実験を行い、車の駆動に成功したが、実際の工場で使用するにはまだこれからである。