

K2-75

## 道路の熱を利用する熱電発電の研究 Study of Thermoelectric Generation by using Road Heat

○岩本健吾<sup>1</sup>, 田中勝之<sup>2</sup>, 田中誠<sup>2</sup>\*Kengo Iwamoto<sup>1</sup>, Katsuyuki Tanaka<sup>2</sup>, Makoto Tanaka<sup>2</sup>

Abstract: The temperature of the road surface comprised of asphalt becomes more than 70 degrees by solar heat in midsummer. The thermoelectric generation was performed using the road heat. High electric power of the thermoelectric generation is obtained by taking difference temperature. In this study, a heat pipe was made to take a lot of difference temperature. An experiment was performed to decide a filling rate of the a working fluid to a heat pipe. The most suitable filling rate was 50%.

### 1. 概要

アスファルトで構成された道路表面の温度は太陽熱により温められ、真夏には70℃以上になっている。この熱を有効利用する方法の一つに熱電発電が考えられる。熱電発電は熱電素子に温度差を与えることで発電を可能にし、また、多くの温度差を与えることでより高い電力を得ることができる発電方法である。土木研究所の木嶋らは熱電素子を道路舗装中に埋設した熱電発電システムを提案している<sup>[1]</sup>。本研究では、温度差をより多く取るためにヒートパイプによる熱輸送に着目し、道路の熱を利用した熱電発電を検討したためここに報告する。

### 2. ヒートパイプ

ヒートパイプは動力を必要とせず液体から気体に変化、または気体から液体に変化する際に必要な潜熱を利用して熱を輸送するものである。また、ヒートパイプは用途に応じて様々な形状が存在する。本研究では、膨大な熱量を有する道路の熱の輸送を目的としている。そのため大量の熱を輸送することができる形状が望ましい。そこでループ型ヒートパイプに着目した。

ループ型ヒートパイプは比較的少量な熱を発生させる大型の機器等の熱輸送に用いられている。ループ型ヒートパイプの原理を Figure 1 に示す。ループ型ヒートパイプはループ状の密閉容器内に作動流体を充填することで構成され、下部に存在する吸熱部から熱を吸収することで内部に充填されている液体が気体に変化する。気体に変化した作動流体は上部に存在する放熱部へ移動し、吸熱部で得た熱を放熱部で放熱することによって液体へと変化し、吸熱部へ戻る。この循環を繰り返し行うことで潜熱による熱輸送を可能としている。また、吸熱部と放熱部に傾きを付け、作動流体の

循環を一方にする事で循環を促し、より多くの熱を輸送することができる。

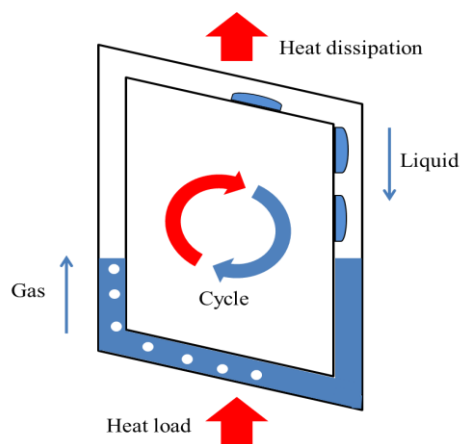


Figure 1. Principle of the loop heat pipe

### 3. 道路の熱を利用する発電方法

道路の熱を利用した発電方法を Figure 2 に示す。熱源であるアスファルトの熱を輸送するために、ループ型ヒートパイプの吸熱部に当たる箇所をアスファルト内部に埋設する。これによりアスファルト外部へ熱を輸送することができ、放熱部に当たる箇所に伝熱板を介して熱電素子を取り付けることで熱源の熱を熱電素子に均一に伝える事ができる。また、熱電素子を外部に設置する事が可能なため、温度差を多く取るために必要な冷却方法についても考慮できる。しかし、ループ型ヒートパイプの熱輸送を向上させるために吸熱部と放熱部の傾きが必要であるが、吸熱部はアスファルト内に埋設することを想定しているため、傾きを付けることが困難である。そこで、本研究では、放熱部のみに傾きを付けたループ型ヒートパイプについて検討する。

1 : 日大理工・院 (前)・精機 2 : 日大理工・教員・精機

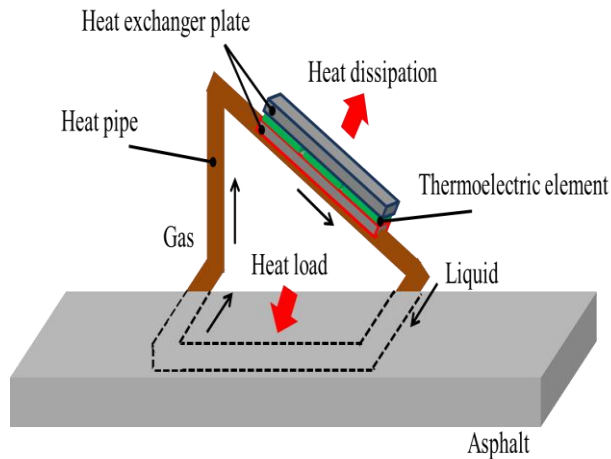


Figure 2 Generation method using the heat of the road

4. 製作したヒートパイプ

ヒートパイプの放熱部のみに傾きを付けたときに熱輸送を行うことが可能であるか評価するため Figure 3 に示すヒートパイプを製作した。基礎実験であるためヒートパイプは小型化し、かつ受熱部の面積を少なくすることで簡略化を行った。製作したヒートパイプは作動流体の循環の様子を可視化するため受熱部と放熱部にサイトグラスを設置した。また、受熱部と放熱部以外での熱交換を防ぐため断熱材を使用した。Figure 3 に示すヒートパイプの動作及び熱輸送を確認した後、Figure 2 に示す発電方法の実証実験を行う。

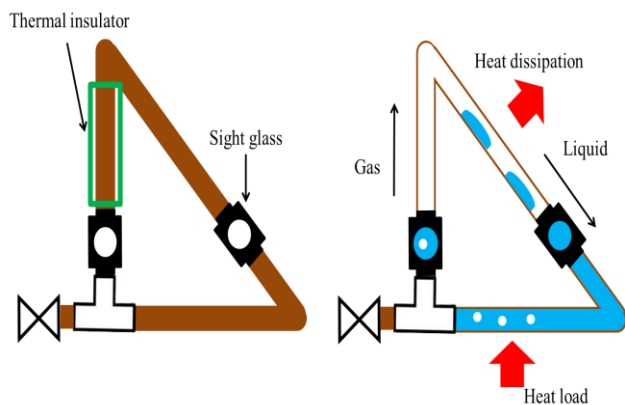


Figure 3. A heat pipe and the theory that we produced

5. 基礎実験

ヒートパイプに充填する作動流体には適した充填率が存在し、製作したヒートパイプを正常に動作させるには、作動流体の充填率を決定しなければならない。充填率が適していない場合、液体から気体または気体から液体の過程でどちらかに偏りができ、吸熱部内で

乾きが発生しドライアウト状態になるため、熱輸送が困難になる<sup>[2]</sup>。適した作動流体の充填量を求めるために、製作したヒートパイプの吸熱部をヒーターにより70℃一定に加熱し、充填率を変化させた時の放熱部の温度を熱電対により測定する。また、作動流体はヒートパイプに一般的に使用される純水を用いた。実験結果である放熱部温度と充填率の関係を Figure 4 に示す。

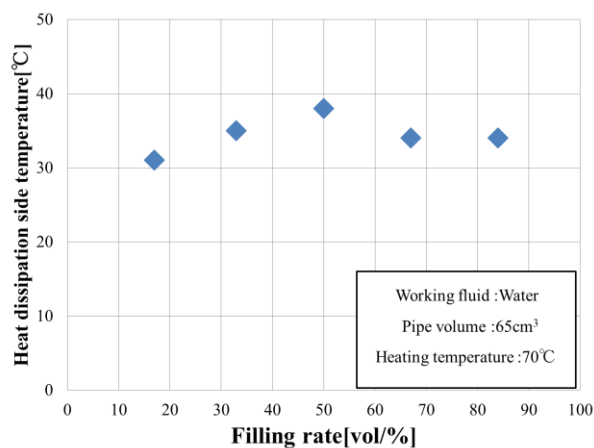


Figure 4. Relations of heat dissipation side temperature and Filling rate

Figure 4 に示す実験結果から、充填率 50vol% の時、放熱部の温度 38℃ と測定点の中で最も高い温度を示していることが分かる。これは充填率 50vol% の時に多くの熱輸送が行われているからだと考えられる。これより製作したヒートパイプに充填する作動流体の充填率は、50vol% が最も適していることが分かる。しかし、5 点のみの測定しか行っていないため、さらに 50vol% 付近での測定点を増やし、より最適な充填率を調べていく。

5. 今後

今後、製作したヒートパイプの熱輸送量を定量的に求める実験を行う。また、動作及び熱輸送を確認し、Figure 2 に示す実験装置の製作をし、実証実験を行うとともに熱電素子の温度差を多く取るため、低温側となる冷却方法についても検討していく。

6. 参考文献

[1] 「熱電素子で構成された路面発電システムによる気温への影響」、舗装, 36-9, 2001  
 [2] 菅野泰平:「実用ヒートパイプ」, 第 2 版, P22, 2001 年