

浸透ヒートパイプを用いた地下熱利用方法の提案

東京都市大学 学生会員 藤森 一希
学生会員 秋葉 将太
正会員 末政 直晃

1. はじめに

近年、産業の発展やエネルギーの大量消費により、エネルギー源の枯渇など様々な環境問題に直面している。中でも地球温暖化は世界的にも大きな問題となっており、都市部では地球温暖化に加えヒートアイランド現象も生じているため、気温の上昇は都市部に住む人々の生活にも大きな影響を及ぼしている。こういった問題に伴い、二酸化炭素排出量の削減や省エネルギーの促進などの動きが社会全体で広がってきている。そこで近年注目されているのが、地下熱利用である。地中の温度は一年を通して安定しており、地表に比べて夏は涼しく、冬は暖かいため、地中と地表の熱交換を効率良く行うことが出来ればヒートアイランド現象の抑制や省エネルギー化の促進に繋がると考えられている。

本研究では、ヒートアイランド現象の抑制につながるヒートパイプに着目し、熱を上から下へ、および下から上へ双方向輸送できるヒートパイプの開発を行っている。ループ型浸透ヒートパイプがトップヒート時でも熱輸送を行う事は既往の実験により実証されており、杭状に改良したヒートパイプ実験装置を作製し、トップヒート時、ボトムヒート時の作動実験を行った。本稿では、今回の実験の結果とその考察について報告する。

2. 浸透ヒートパイプの概要¹⁾

図1に浸透ヒートパイプの仕組みを示す。浸透ヒートパイプとは、浸透膜によって隔てられた溶液と溶媒の間に生ずる浸透作用を液還流駆動源とするトップヒートモードヒートパイプである。装置は、蒸発器、溶液下降管、サブクーラ、膜モジュールおよび溶液上昇管からなる溶液ループと、蒸気通路、凝縮管、液通路から構成されており、溶液ループ内には適量の溶液が封入されている。作動原理としては、蒸発器に熱が加えられると内部温度は上昇し溶液が沸騰することで、熱は潜熱として蒸気に与えられ、同時に溶液は濃縮される。発生した蒸気は凝縮器内で凝縮し、熱を周囲に放出する。この凝縮液は、膜モジュール内の浸透膜で隔てられた溶液と溶媒の濃度差により生ずる浸透作用により溶液ループ内に流入し、浸透膜内の溶液濃度を低下させ、溶液上昇管へ上昇する。また蒸発器内で濃縮された溶液は高濃度となるため密度が大きくなり、蒸発器底部に移動し、さらに溶液下降管内へ流入する。この低濃度溶液と高濃度溶液の密度差により浮力が生じ、溶液は循環し、常に膜モジュール内に高濃度溶液が供給され、浸透作用が生じる。また、蒸発器から溶液下降管を経てサブクーラに流入する高温溶液がサブクーラにおいて冷却され、この溶液循環によって顕熱輸送が行われる。溶液と溶媒の循環および相変化によって上部の高熱源から下部の低熱源へ熱を輸送する。

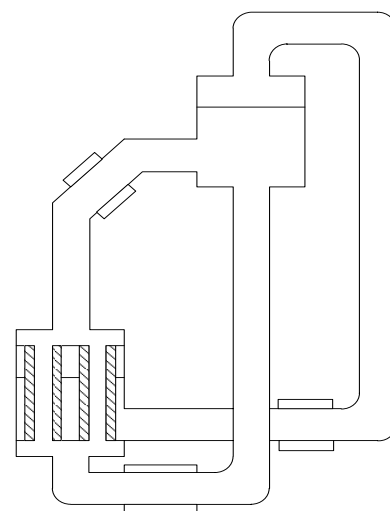


図1 浸透ヒートパイプ¹⁾

3. 杭状浸透ヒートパイプの性能実験

3.1 実験目的

今回、ループ型から杭状へ改良するにあたり、簡易型を作製した。内部の管が溶液下降管となり、その外側を溶液が上昇する。簡易型のため蒸気通路、浸透膜は取り付けしていない。双方向に作動する杭状浸透ヒートパイプ

キーワード ヒートパイプ、トップヒート、地下熱

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104 E-mail g0818072@tcu.ac.jp

イプの開発の第一段階として、作動液の流動が行われるかを確認するとともに、トップヒート時、ボトムヒート時の熱輸送が行われているかの確認をする。

3.2 実験装置概要

図2に実験装置概要を示す。直径6cm、高さ30cmの亚克力管の内部に直径3cm、高さ27cmの亚克力管を取り付け、内部管の下部には穴をあけた。外部管の上部には8ヶ所にビスを取り付け、作動液は、エタノール水溶液(50%)を用いた。尚、熱電対は、下部水槽水温、パイプ低部、パイプ上部、パイプ上部ビス、上部亚克力容器水温、気温の6ヶ所に設置した。

3.3 実験概要

まず、パイプにエタノール水溶液を適量入れ、40分程度脱気した。ボトムヒート実験においては、パイプ上部高さ10cmを水につけ、亚克力容器内部の温度が一定になったところで計測を開始した。次に下部水槽に温水(50℃)を入れ、パイプ下部10cmを温めた。その後、温度変化が見られなくなった時点で計測を終了した。

トップヒート時においてもボトムヒート時と同様の手順で行い、上部亚克力容器に温水(80℃)、下部水槽に25℃の水を入れ計測を行った。

4. 実験結果・考察

図3にボトムヒート時の温度の経時変化、図4にトップヒート時の温度の経時変化を示す。

ボトムヒート時では、測定を開始してすぐにパイプ下部から沸騰が生じた。測定開始時に24.9℃だったパイプ上部温度が30.9℃まで上がり、開始直後25℃程度の温度差でも熱交換が行われることを確認した。トップヒート時では、ビスから沸騰がおこらず流動を確認することができなかった。また、熱交換もほとんど行われていなかった。今回、沸騰が起きなかった原因としては、上部亚克力容器に80℃の高温の温水を入れたため、パイプ上部に取り付けたビスが温められ沸騰が起きる前にパイプ内上部の空間が飽和化してしまったことが考えられる。今回の実験では水より比重、沸点の低いエタノールを使用した。既往の実験では比重、沸点の高いポリエチレングリコールを用いていた。比重、沸点の違いもトップヒート時に流動が起らなかった原因に関係していると考えている。

5. まとめ

今回、ボトムヒート実験では、熱輸送を確認することができたが、トップヒート実験では確認することができなかった。トップヒート時では溶液の選定等さらなる改良が必要となる。

〈参考文献〉1) 一法師茂俊 二相溶液循環型浸透ヒートパイプの熱輸送に関する研究 日本機械学会論文集 1999年

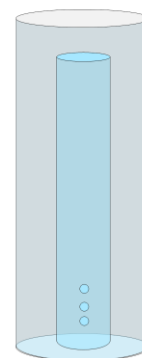


図2 杭状浸透ヒートパイプ

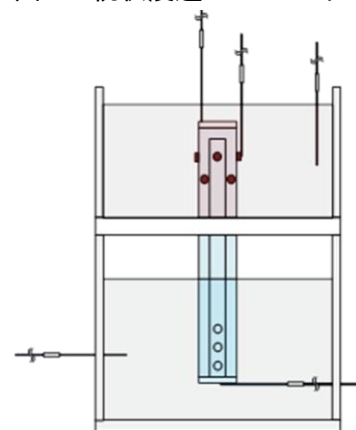


図3 実験装置の概要

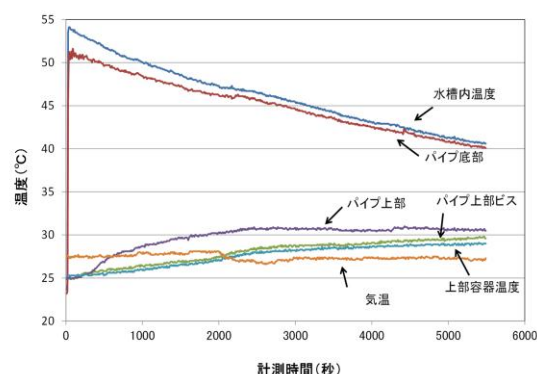


図4 ボトムヒート 温度変化

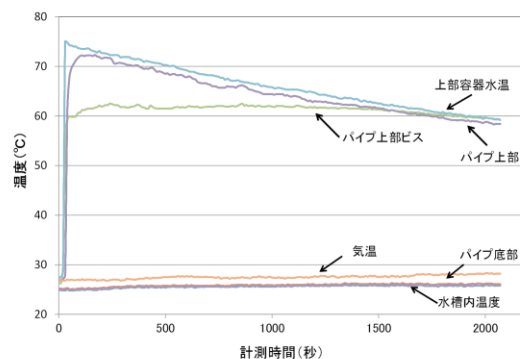


図5 トップヒート 温度変化