

## 貯水タンク型ヒートパイプを用いた地下熱利用方法の検討

|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| 東京都市大学 | ○学生会員 | 新井 大騎 |
|        | 学生会員  | 秋葉 将太 |
|        | 正会員   | 末政 直晃 |

## 1. はじめに

近年，日本では急激な産業の発展に伴い，エネルギーが大量消費されることにより多くの環境問題に直面している．その中でも地球温暖化は，世界的にみても深刻な問題となっており，また，都心部ではヒートアイランド現象も問題となっている．そこで近年，環境対策の有効手段の一つとして地下熱利用が注目されている．地中は大気に比べ，温度変化の影響を受けることが少なく，1 年間を通して温度が安定している．夏期は大気の方が温度が高いのに対し地中の温度は低く，逆に冬期は大気の方が温度が低いのに対し地中の温度は高い．そのため地中と大気の熱を効率よく交換することができれば地球温暖化やヒートアイランド現象の抑制につながると考えられている．

本研究では，地下熱利用方法としてヒートパイプに着目し，課題となっているボトムヒート，トップヒート時の両立に向けた貯水タンク型ヒートパイプを作製し作動実験を行ったので報告する．

## 2. ヒートパイプ

写真 1 にヒートパイプ，図 1 にヒートパイプの作動原理を示す．ヒートパイプは熱を移動させる熱輸送装置で，外力を必要とすることなく，熱交換が可能である．装置概要として，パイプ内は純水やアルコールなどの蒸発しやすい作動液が適量封入されており，素材には熱伝導効率の高い銅やアルミニウムが用いられている．パイプ内部は真空で，作動液の常圧における沸点以下の温度でも，少ない温度差で蒸発・凝縮のサイクルが起こり，離れた場所に迅速な熱伝導を行うことができる．ヒートパイプは，1 本ごとに独立しているため故障箇所を見つけやすく，メンテナンスがしやすいなどのメリットがある．しかし，トップヒート時は重力の影響で作動液が上昇することができないため，熱交換が難しく作動しないというデメリットもある．

## 3. ボトムヒート，トップヒート時の両立に向けたヒートパイプの作製

作動液を溜めておくことが出来る貯水タンクを上部に設置し，作動液を確保することで，トップヒート時の課題を解消することを考え，貯水タンク型ヒートパイプを作製した．また，同実験装置を用いて同様にボトムヒート時の実験も行い，両方の条件での作動を目標とした．

## (1) 貯水タンク型ヒートパイプ性能実験

図 2 に装置概要，写真 2 に実験装置を示す．内径 4cm，高さ 50cm のアクリル管の上部に高さ 15cm，内径 10cm，タンク内径 3.5cm で熱伝導性の高いアルミニウム蓋を取り付け，下部にもアルミ蓋を設置した．上部アルミ蓋は二重管構造で，内管はパイプに接続，外管と内管の間に水を溜める事ができる仕組みである．作動

キーワード 地球温暖化 ヒートパイプ トップヒート

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学(世田谷キャンパス) TEL03-5707-0104



写真 1 ヒートパイプ

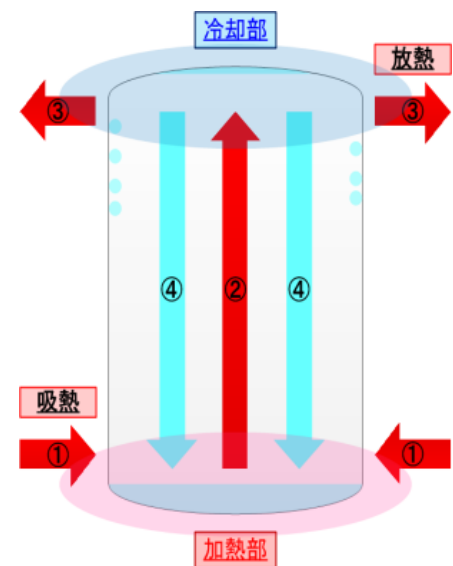


図 1 作動原理

液はアルコール水溶液(50%)を用い、熱電対は上下アルミ蓋、加熱部、冷却部、気温の 5 カ所に設置した。

まず、トップヒート時の実験手順として、タンク内部に作動液としてアルコール水溶液(50%)を 100ml 入れ、脱気をした。脱気後、上部に加熱部として温水(70℃)、下部に冷却部として冷水(20℃)を入れ、温度一定となったところで実験を開始した。タンク内の作動液が加熱部により蒸発し水滴となり、パイプ下部に移動する液量と温度変化を測定した。

ボトムヒート時は、パイプ下部に作動液を 100ml 入れ、脱気を行った。下部に加熱部として温水(55℃)、上部に冷却部として冷水(19℃)に入れ、温度一定となったところで実験を開始した。パイプ下部の作動液が加熱部により蒸発し、上部で冷やされ水滴となり、タンク内に移動する液量と温度変化を測定する。

## (2) 実験結果と考察

図 3 にトップヒート時の温度の経時変化を示す。実験開始直後、3 分ほどで下部アルミ蓋において約 2.8℃の上昇を確認した。これは、加熱部により熱せられた作動液が蒸発し、水滴となり下部に移動したと考えられる。最終的な作動液の移動量は 14.5ml であったが、下部アルミ蓋の温度上昇後に継続的な温度上昇は見られなかったため、トップヒート時の継続的な作動は確認できなかった。

考察として、加熱直後はタンク内の作動液が急激に沸騰し、蒸気や水滴となるため、下部アルミ蓋をあたためることができたが、下部アルミ蓋の温度上昇が確認された際に、冷水の温度上昇を確認できなかった。これは、作動液の温度が高温で安定してしまうと作動液の蒸発量が少なくなることが考えられる。

図 4 にボトムヒート時の温度の経時変化を示す。ボトムヒート時は実験開始後、上部アルミ蓋は約 2.7℃の温度上昇、下部アルミ蓋は約 2.4℃の温度低下を確認した。最終的な作動液の移動量は 26.2ml で作動を確認することができた。

しかし、上部アルミ蓋の温度上昇後、継続的な温度上昇は確認できなかった。これは内部蒸気量の増大に伴い、作動液の蒸発量が減ったことが考えられる。また、加熱部の容量が小さく、下部の作動液を沸騰させる能力が制限されたことも考えられる。温水の継続的な温度低下にはボトムヒートの影響と、加熱部からの熱逃げが考えられる。

## 4. まとめ

・トップヒート時は、開始直後に下部アルミ蓋に 2.8℃の温度上昇が見られ、最終的な作動液の移動量は 14.5ml であった。しかしその後、継続的な温度上昇は確認することができなかったため、作動を確認できなかった。

・ボトムヒート時は、上部アルミ蓋が 2.7℃、冷水は 2.8℃の温度上昇、下部アルミ蓋は約 2.4℃の温度低下が見られた。最終的な作動液の移動量は 26.2ml で作動を確認できたが、継続的な面では能力に問題があると考えられる。



写真 2 実験装置

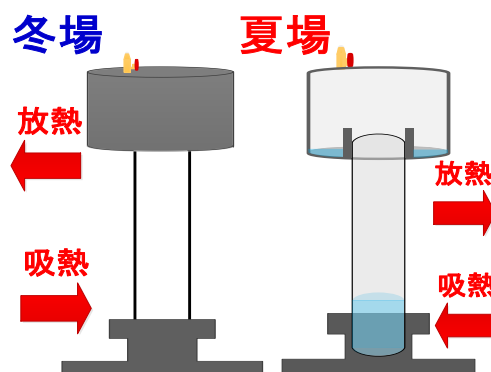


図 2 装置概要

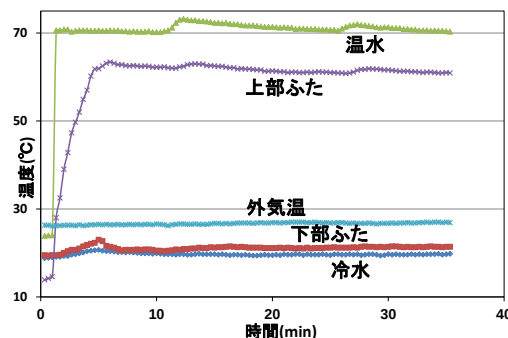


図 3 トップヒート時の温度経時変化

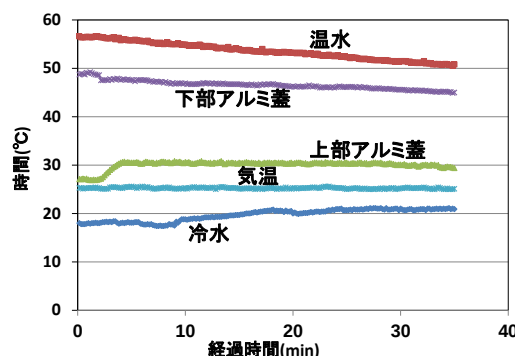


図 4 ボトムヒート時の温度経時変化