

基礎杭を利用した地中熱利用に関する研究（冬季の温度分布）

東洋大学大学院 学生会員 ○大野 元治

東洋大学大学院 学生会員 大井 悠

東洋大学 正会員 村野 昭人

1. 研究の背景と目的

化石エネルギー資源の枯渇が問題視される中、再生可能エネルギーが注目されている。また、環境への配慮が求められていると同時に、エネルギー供給の安定性を確保することも重要視されている。そのような状況の下、天候に左右されることがないことから、年間を通して安定したエネルギーを供給することが可能な地熱発電が注目されている。

図-1 に示すように、日本は世界第3位の地熱資源を有しているが、設備容量では6位に止まっている。さらに平成13年度における地熱発電の認可出力は日本全体の全発電電力量の0.3%に過ぎず、豊富な地熱資源を活かすことができていない。

地熱エネルギーの一種である地中熱は、地下の温度が高い限られた場所でも利用が可能である。日本のような中緯度の地域では四季に応じて気温が変化し地下15m程度の深さまで影響を及ぼす。しかし、深さが増すほど温度の変化は遅れ、温度差も小さくなり、地下6m程度では一年を通してほぼ一定の温度となる。この地中の熱と外気温度との差を利用し、家庭の冷暖房のエネルギー消費を減らすことができると考えられる。

本研究では、地中熱利用システムの設備導入において課題となる初期コストや設備費用を抑えるため、

建築物の基礎杭を利用するシステムについて検討する。さらにメンテナンスが容易で低コストである空気循環方式での地中熱利用の有効性を検証することを目的とする。

2. 地中熱実験の概要

本研究では東洋大学川越キャンパスに設置された基礎杭(6m, 9m, 12m)を使用する。杭の中に熱電対を取り付けた同じ長さの塩ビ管を挿入し、地中の温度を測定する。また空気を循環させるため、ブロワーに接続させたホースを塩ビ管内に通した。さらにホースを取り付ける際には、空気が地中に滞留する時間を少しでも長くするために、塩ビ管にらせん状に巻き付けた。熱電対をデータロガーに取り付け、5分ごとに地下0.5mから12mまでの温度を測定した。また採熱温度を調査するため、入口と出口のホース内にも熱電対を取り付けた。実験場所や実験に使った器具を図-2、図-3に示す。本稿では、2011年11月～2012年1月までの3ヶ月間に測定した結果について報告する。

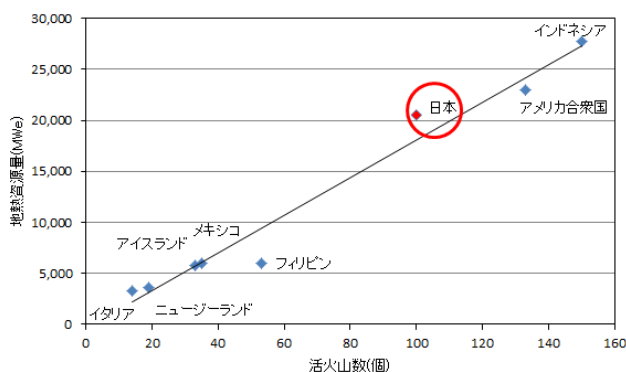


図-1 国別の地熱資源量



図-2 実験写真 左：全体風景 右：基礎杭・塩ビ管



図-3 実験器具 左：ブロワー 右：データロガー

キーワード：地中熱，基礎杭，空気循環

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学 TEL : 049-239-1399, E-mail : gd1100199@toyo.jp

3. 地中熱実験の結果

(1) 地中の温度分布

地中深さごとの温度の平均値および標準偏差を図-4に示す。深さ 0.5m ～3m までは外気温の影響を受けると考えられ、日や時間帯によってばらつきが大きい結果となった。しかし、4m～6m では徐々に値が安定し始め、10m～12m では 17.5℃付近でほぼ一定となった。一般的に、地中温度は地下 6m 以下ではほぼ一定となると言われている通りの結果となった。10m 以下では 6m 地点と比べて平均温度が 0.4℃ほど低い、安定性は増す結果となった。

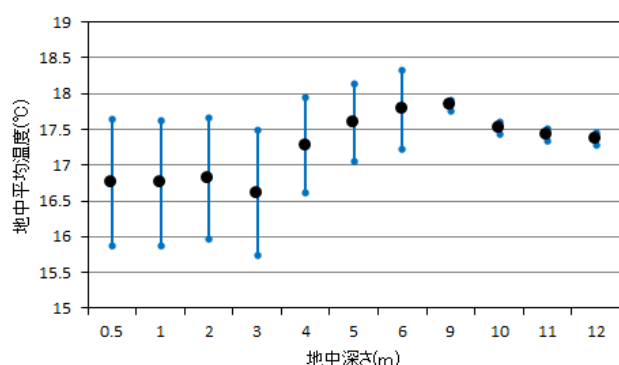


図-4 地中の深さごとの平均温度
(2011 年 11 月～2012 年 1 月)

(2) 地中熱により得られた温度差

前節の結果より、地中の温度は冬季でも高く、安定していることが分かった。外気との温度差があるため地中からエネルギーを取り出すことができると考えられる。外気温度は日向と日陰で大きく異なることから、本研究では日陰の温度を外気温度として設定した。

図-5 に、一日の中の外気温の変化が約 4℃と小さかった日の実験結果を、図-6 に外気温の変化が約 15℃と大きかった日の実験結果を示す。ホース出口の温度を比較すると、6m 杭と 12m 杭では一日の中の変化が大きい、9m 杭では非常に安定した結果となった。冬季には、地中に送られた空気は温度の高い地中で温められ、外気温より高い温度となって出てくると予想される。しかし、今回の実験結果では必ずしもそのようになっておらず、より安定的にエネルギーを取り出すことが出来るシステムの開発が求められる。

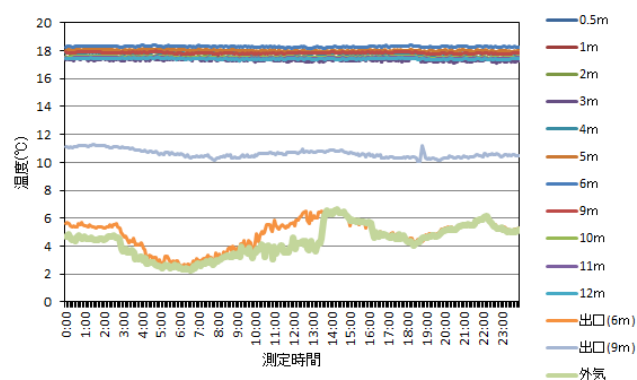


図-5 地中・外気の温度測定結果(2011 年 12 月 2 日)

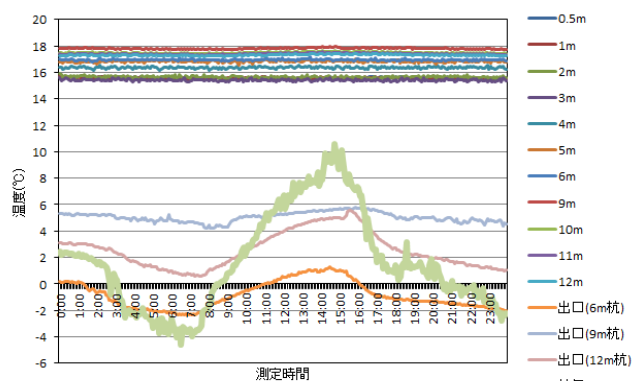


図-6 地中・外気の温度測定結果(2012 年 1 月 9 日)

4. 結論および今後の課題

本研究では、基礎杭を利用した空気循環での地中熱利用システムの開発に向けて基礎実験を行った。

その結果、気温が一桁になる冬季でも、地中 4m 以下の温度は 17℃～18℃の間で安定しており、さらに地中深くなるほど安定性が増すことが分かった。

今後の課題として、ブローの流量の調節などによって、空気が地中に滞留する時間を変化させ、地中熱を安定的に取り出す方法を見出すことが挙げられる。また地中熱利用に用いる基礎杭の本数を増やした場合の、相互の干渉作用の影響を調べるのが課題となる。

参考文献

- 1) 大井悠, 村野昭人; 基礎杭を利用した地中熱利用に関する基礎実験, 第 66 回土木学会年次学術講演会第 7 部門, VII-169, 2011
- 2) 地熱発電に関する研究会; 「地熱発電に関する研究会 中間報告」, 2009